

TIEN KUIVATUS

SELVITYS ERÄIDEN RAKENNETTUJEN TEIDEN
KUIVATUKSEN TOIMIVUUDESTA JA JÄRJESTELYISTÄ



TIE - JA VESIRAKENNUSHALLITUS
TIENSUUNNITTELUTOIMISTO
VIATEK OY

TVH 722305

HELSINKI 30.09.1977

08

TIE-



77 668

TIEN KUIVATUS
SELVITYS ERÄIDEN RAKENNETTUJEN TEIDEN
KUIVATUKSEN TOIMIVUUDESTA JA JÄRJESTELYISTÄ

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
TIENSUUNNITTELUTOIMISTO
VIATEK OY
TVH 722305

HELSINKI 30.9.1977

ALKUSANAT

Nykyisiä kuivatuksen suunnitteluohjeita ja -periaatteita on sovellettu tiensuunnittelussa jo noin kymmenen vuoden ajan. Systemaattista tietoa siitä, miten hyvin toteutetut kuivatusjärjestelyt täyttävät tehtävänsä vielä useiden vuosien kuluttua tien valmistumisesta, on toistaiseksi kerätty verraten vähän.

Tässä selvityksessä tarkastellaan kahden 1960-luvulla rakennetun tien kuivatuksen toimivuutta, järjestelyjä ja onnistuneisuutta. Tavoitteena on ollut kerätä käytännön kokemuksia ja tietoja kuivatuksen suunnitteluohjeiden uusimista ja parantamista varten.

Selvitys on tehty TVH:n tiensuunnittelutoimiston aloitteesta ja johdolla. Työtä ohjaavaan ja valvovaan työryhmään ovat kuuluneet dipl.ins. P. Velhonoja TVH:n tiensuunnittelutoimistosta (pj) sekä ins. S. Antinoja ja ins. P. Sandin TVL:n Uudenmaan piiristä. Työryhmän sihteerinä on toiminut ja kenttätöitä on tehnyt Viatek Oy, josta työhön ovat osallistuneet ins. T. Kokko ja tekn.yo R. Ottman.

SISÄLLYSLUETTELO

		Sivu
1	YHTEENVETO	1
2	JOHDANTO	4
3	TEIDEN KUIVATUKSESTA SUOMEN OLOISSA	7
	3.1 Kuivatuksen perusteista	7
	3.2 Piirteitä eri maiden kuivatusohjeista	8
	3.21 TVL:n ohjeet	8
	3.22 Ulkomaisia normeja	9
	3.3 Kuivatussuunnitelmat ja suunnittelun käytäntöä	12
	3.4 Kuivatus ja turvallisuus	13
4	TUTKIMUSKOHTEIDEN VALINTA	16
5	KANTATIE N:O 50 (KEHÄ III) KUIVATUSANALYYSI	19
	5.1 Yleistä	19
	5.2 Mitoitusvirtaamat	19
	5.3 Ajoradan pintakuivatus	23
	5.31 Ajorata	23
	5.32 Pientareet	25
	5.33 Liittymien pintakuivatus	25
	5.4 Avouomat ja niiden riittävyys	27
	5.41 Sivuojat	27
	5.42 Laskuojat ja niskaojat	32
	5.5 Rummut	34
	5.51 Yleistä	34
	5.52 Rumpujen mitoitus	36
	5.53 Rumpujen tarpeellisuus	40
	5.54 Liittymärummut	40
	5.6 Erikoisrakenteet	41
	5.61 Kaiteet	41
	5.62 Kourut	41

5.7	Kunnossapitotarve	43
5.71	Ajorata	43
5.72	Avouomat	43
5.73	Rummut	44
6	KANTATIEN N:O 51 (JORVAKSEN MOOTTORITIE) KUIVATUSANALYYSI	45
6.1	Yleistä	45
6.2	Mitoitusvirtaamat	45
6.3	Ajoradan pintakuivatus	46
6.31	Ajoradat	46
6.32	Pientareet	46
6.33	Eritasoliittymät	48
6.34	Veden vaikutus päällysteen kulumiseen	50
6.4	Avouomat ja niiden riittävyys	50
6.41	Sivuojat	50
6.42	Laskuojat	52
6.43	Keskikaista	52
6.5	Rummut	53
6.6	Keskikaistan sadevesiviemäröinti	56
6.61	Kaivot ja kaivon kannet	58
6.62	Pintavesijohdot	60
6.7	Erikoisrakenteet	61
6.71	Alikulkukäytävät	61
6.8	Kunnossapitotarve	62
6.81	Ajorata	62
6.82	Avouomat	62
6.83	Rummut	62
6.84	Keskikaistan viemäröinti	62
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	64
7.1	Kuivatussuunnitelmat ja niiden toteutuminen	64
7.2	Kuivatuksen perusteet ja järjestely	65

LIITTEET

1. Esimerkki kantatielle n:o 50 laaditusta rumpu-
piirustuksesta.
2. Ote kantatielle n:o 50 laadituista sivuojan
pituusleikkauksista.
3. Maanviljelysinsinööripiirin rumpalausunnot kan-
tatielle n:o 50.
4. Maanviljelysinsinööripiirin rumpalausunnot kan-
tatielle n:o 51.
5. TVH:n maatutkimustoimiston antamat tutkimustu-
lokset.

YHTEENVETO

Selvityksessä tarkasteltiin kahden 1960-luvulla rakennetun tien kuivatusjärjestelyjä ja kuivatukseen toimivuutta. Tutkimuskohteina olivat yksiajoratainen (Kt 50) ja kaksiajoratainen (Kt 51) tie. Tarkasteluvälit olivat neljän kilometrin pituisia. Selvityksessä keskityttiin pääasiassa pintakuivatukseen.

Seuraavassa on esitetty lyhyesti tärkeimpiä tarkasteluajanjaksona tehtyjä havaintoja:

- Mitoitusvirtaamien määrittelyssä oli yleisesti käytettyä todellista suurempia valuma-alueita.
- Rumpujen mitoituksessa oli keskitytty liikaa mitoitusvirtaamien määrittämiseen ja sallitun padotuskorkeuden laskemiseen monimutkaisten kaavojen avulla.
- Pehmeikköosuuksilla ja tien ulkokaarteiden kohdalla oli havaittavissa sivukaltevuuksien pientymistä.
- Sorapenkereille kertynyt palle esti paikoin vesien pääsyn sivuojaan varsinkin kaiteiden kohdalla.
- Liittymien korotetuille saarekkeille kertynyt lumi piti keväällä sulaessaan tien märkänä muun tieosuuden ollessa jo kuiva.
- Liittymien sorapientareet olivat syöpyneet ja asfaltin reuna murtunut oikaisujen ja veden yhteisvaikutuksesta.
- Sivuojat olivat keskimäärin turhan syviä ja moottoritiellä niitä oli jouduttu viemäröimään.
- Laskuojien kaltevuudet olivat paikoin liian loivat. Seurauksena oli rumpujen liettyminen.
- Melkein kaikki rummut olivat liettyneet. Syvänä olivat lähinnä pienet rumpu- ja laskuojakaltevuudet sekä syvä perustamissyvyys.
- Rumpujen ylimitoituksen takia ei varsinaisia haittoja ollut kuitenkaan havaittavissa.

- Moottoritien keskikaistan viemärointi toimi vajavaisesti. Osa ritiläkansista oli peitty-nyt keskikaistalle kertyneen materiaalin alle ja osa laskujohdoista oli tukossa.
- Moottoritiellä pohjavesi oli noussut osittain rakennekerrokseen saakka. Tästä ei ollut kuitenkaan havaittavissa suurempaa haittaa ainakaan tien rakenteille.

Seuraavassa muutamia selvityksessä esille tulleita parannusehdotuksia:

- Rumpujen mitoituksessa lähtökohdiksi olisi valittava vesimäärien lisäksi esim. erilaiset kustannukset, kuten kunnossapito-, investointi- ja vahinkokustannukset.
- Tienkohdissa, joissa on odotettavissa tien keskiosan painumisesta johtuvaa sivukaltevuuksien vähentymistä tai jommankumman kaistan suurempaa painumista olisi sivukaltevuuksia syytä suurentaa 2.5 %:sta 3-3.5 %:iin.
- Kaiteiden käyttöä olisi pyrittävä vähentämään ja vesien kulkumahdollisuuksia olisi parannettava niiden kohdalla.
- Sorapientareiden kaltevuutta olisi lisättävä nykyisestään mäkisillä osuuksilla.
- Liittymien sorapientareet olisi syytä päällystää esim. öljysoralla.
- Matalan sivuojan käyttöä olisi syytä lisätä. Näin voidaan saavuttaa maanleikkaustöissä 20-40 %:n säästö, kustannusten kokonaissäästön ollessa n. 1.5-4 %.
- Laskuojien kuntoon olisi kiinnitettävä nykyistä enemmän huomiota.
- Rumpujen perustamissyvyyden valinnassa olisi syytä suorittaa hienosäätöä. Tällöin rumpujen kaltevuuksia voitaisiin lisätä ja rumpukokoja pienentää.
- Moottoritiellä keskikaistan viemäroinnin toimivuutta tulisi tehostaa käyttämällä väljempiä kaivonkansia ja nostamalla laskujohtoja lähemmäksi rakennekerroksia.

- Rumpujen ja viemäreiden kaltevuuksia olisi syytä lisätä (tilapäisesti voidaan sallia jopa yli 8 m/s vedennopeuksia).
- Keskikaistan viemäröinnin korvaamista louhepenkereellä ja imeytyskaivoilla olisi tutkittava varsinkin pehmeikköosuuksilla, joissa painumat ovat suuria ja perinteellinen viemäröintijärjestelmä on altis vahingoittumaan.

Lopuksi voidaan todeta, että nykyisen jo rakennetun kuivatusjärjestelmän parantaminen ja korjaaminen on usein sekä aiheellista että mahdollista.

Kuivatus on osa tien rakenteellista suunnittelua. Se ei ole yhtä tärkeä kuin esim. tien linjan ja tasauksen suunnittelu, mutta sillä on oma merkityksensä lähes koko tiensuunnittelu- ja rakentamisprosessissa. Kuivatuksen suunnittelu ja myöhempi toteutus vaikuttavat mm. tien suuntaukseen, ulkonäköön, liikenteellisiin olosuhteisiin, ympäristöön ja rakentamiskustannuksiin. Rakentamiskustannusten lisäksi kuivatuksen toteuttamistapa vaikuttaa omalta osaltaan kunnossapitokustannuksiin rakentamisen jälkeisinä vuosina. Tämä on otettava erityisesti huomioon niin kuivatuksen kuin muussakin suunnittelussa, koska kunnossapitokustannusten suhteellinen osuus kaikista tienpidon kustannuksista kasvaa koko ajan.

Kuivatuksen kustannusosuusprosentti yleisten teiden rakentamiskustannuksista oli vuonna 1975 6,3 %. Kustannukset jakautuivat eri töiden osalle seuraavasti: /1/

1330	rumputyöt	3,5 %
1320	salaojitus- ja sadevesiviemäröinti	1,3 %
1310	avo-ojien, jokien ja purojen perkaus	1,4 %
1340	muut putkityöt	0,1 %
1300	kuivatustyöt yhteensä	39 mmk

Syvistä avo-ojista syntyy lisäksi välillisiä kuivatuskustannuksia ylimääräisten maaleikkausten ja massansiirtojen muodossa yhteensä n. 15...30 mmk /2/.

Kuivatuksen kustannusosuusprosentti yleisten teiden kunnossapitokustannuksista oli vuonna 1973 6-7 % (myöhemmältä ajalta ei ole tarkempaa erittelyä). Kustannukset jakautuivat eri töiden osalle seuraavasti: /1/

Varsinainen kunnossapito (21 mmk):

avo-ojat	3,7 %
betonirumpujen kunnossapito	0,4 %
rumpujen uusiminen	2,0 %

Tehostettu kunnossapito (4,5 - 5,3 mmk):

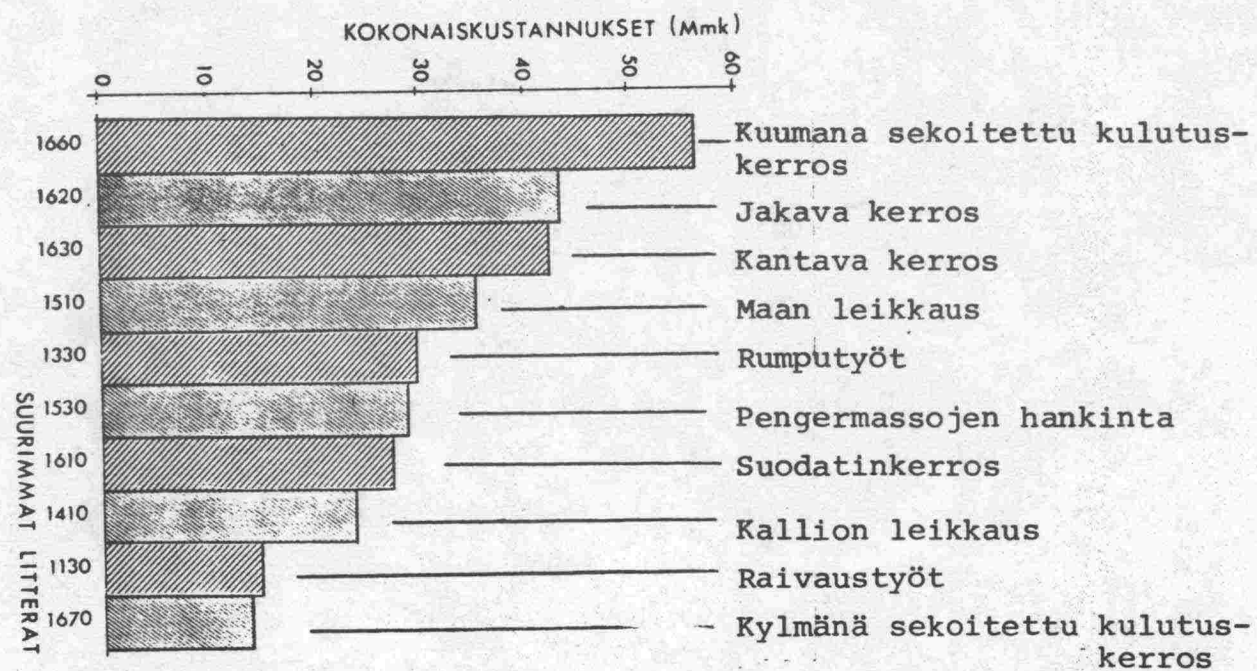
kuivatukseen liittyvät työt n. 6-7 %

Kunnossapidokustannusosuus-% kasvaa arviolta n. 8 prosenttiin, jos kuivatustöihin lasketaan myös tien rungon vaurioiden korjaamisen sekä tien kantavuuden ja geometrian parantamisen yhteydessä tehdyt kuivatustyöt. Tienpidon painopisteen siirtyminen kunnossapidon osalle lisää jatkuvasti kuivatuksen merkitystä, koska kuivatustöiden kustannusprosentti on kunnossapidossa suurempi kuin rakentamisessa, ts. kunnossapidon suhteellinen osuus kasvaa.

Kuvassa 1.1 esitetään tienrakentamisen kustannukset vuonna 1976 suurimpien litteroiden osalta. Kuvasta ilmenee, että rumputyöt olivat viidenneksi suurin kustannuserä ja vain leikkaustyöt ja päällysrakennekerrosten tekeminen olivat kustannuksiltaan suuremmat.

Nykyisten TVL:n kuivatusohjeiden voidaan katsoa olleen voimassa vuodesta 1964 alkaen, jolloin jo oli käytössä suunnilleen nykyistä vastaava ohje /3/. Kuivatusohjeet ovat olleet voimassa siis yli 10 vuotta ja niihin perustuen on yleisiä teitä suunniteltu ja rakennettu yli 16 300 km. Havaintoaineistoa sekä käytännön kokemuksia ja tietoa nykyisten suunnitteluohjeiden ja -periaatteiden onnistuneisuudesta on siten jo riittävästi käytettävissä, mutta tätä tietoa on toistaiseksi hyödynnetty suhteellisen vähän. Tässä selvityksessä on pyritty käyttämään näitä yli 10 vuoden aikana kertyneitä tietoja ja kokemuksia sekä maastosta tehtyjä havaintoja hyväksi tarkasteltaessa teiden kuivatusta. Selvityksessä tarkastellaan kahden 1960-luvulla rakennetun tieosuuden kuivatuksen toimivuutta, järjestelyitä, tarpeellisuutta ja parantamismahdollisuuksia. Tarkoituksena on ollut selvittää, kuinka tehdyt kuivatussuunnitelmat ovat toteutuneet sekä kuinka rakennetut kuivatusjärjestelyt ja -laitteet toimivat ja palvelevat tarkoitustaan 10-20 vuoden kuluttua tien valmistumisesta. Raportissa on keskitytty lähinnä pintakuivatuksen tarkasteluun, koska syväkuivatuksesta on tehty useampia tutkimuksia /4/.

Kuva 1:1 Tienrakentamisen kustannukset (1976 /5/)



3 TEIDEN KUIVATUKSESTA SUOMEN OLOISSA

3.1 Kuivatuksen perusteista

Kuivatuksen suunnittelulla pyritään poistamaan liikenteelle ja tien rakenteelle haitallinen vesi tiealueelta ottaen samalla huomioon tien rakentamisen vaikutuksen ympäristöalueiden kuivatusolosuhteisiin. Tien rakentamisella ei vesilain periaatteiden mukaan saa huonontaa ympäristön kuivatusmahdollisuuksia siitä, mitä ne ovat olleet ennen rakentamista.

Uuden tai parannettavan tien kuivatusta suunniteltaessa tarvitaan mahdollisimman hyvään lopputulokseen pääsemiseksi mm. seuraavia lähtötietoja:

- tiedot tien suuntauksesta ja liittyvistä teistä
- tiedot vanhan tien kuivatuksen toimivuudesta ja järjestelyistä
- tiedot olemassa olevista vesiuomista, veden luonnollisista virtaussuunnista ja valuma-alueista
- tiedot alueen topografiasta
- tiedot maaperästä, rakennekerroksista ja -materiaalista (geoteknikon apu)
- tiedot mahdollisista vedenottoalueista ja suojavyöhykkeistä
- tiedot ulkopuolisista kuivatusjärjestelmistä ja laitteista
- tiedot TVL:n kuivatuksen suunnittelua ja rakentamista käsittelevistä ohjeista
- tiedot lainsäädännöstä (tielaki, vesilaki)

Lähtötietoja kerättyäessä suunnittelija joutuu pyytämään lausuntoja eri virastoilta. Joustavimmin suunnittelija saa nämä lausunnot, jos hänellä on lausuntopyynnön yhteydessä oma ehdotuksensa ja jos hän on ollut jo alustavan suunnittelun aikana yhteydessä kyseiseen virastoon. Näin hän välttyy turhien lausuntojen pyytämiseltä ja saa tarvitsemansa tiedot ja luvat mahdollisimman kitkattomasti.

Seuraavassa on lueteltu tavallisimmat kysymykseen tulevat virastot ja yhtiöt:

- vesipiiri (vesipiiri antaa rumpalausunnnot ts. mitoittaa tai mieluummin tarkistaa rumpujen ja silta-aukkojen mitoitukset)
- Valtionrautatiet (tien risteillessä tai sivutessa rautateitä joudutaan usein muuttamaan myös radan kuivatusta. Tällöin on muutoksiin saatava VR:n hyväksyminen).
- kunnat (kunnilla on usein omia toivomuksia ja vaatimuksia kuivatusjärjestelyistä varsinkin taajama-alueilla)
- metsäyhtiöt, Keskusmetsäasema Tapio ja yksityiset metsänomistajat (tiedot olemassa olevista ja suunnitelluista metsäojituksista ja tiedot soista)
- salaojayhdistys ja maanomistajat (tiedot peltojen salaojista ja salaojasuunnitelmista)
- sähkö- ja puhelinyhtiöt (tiedot kaapeleista)

3.2 Piirteitä eri maiden kuivatusohjeista

Tiensuunnittelijan avuksi on kaikissa maissa laadittu erilaisia normeja ja ohjeita. Yleensä näissä ohjeissa käsitellään erillisenä myös kuivatusta. Ohjeissa annetaan suunnittelijalle tietoja teoreettisista perusteista ja konkreettisia suunnitteluohjeita.

3.21 TVL:n ohjeet

TVL:n ohjeissa kuivatus kuuluu eräänä osana tien rakenteelliseen suunnitteluun. Ohjeet ovat olleet käytössä suunnilleen nykyisessä muodossaan yli kymmenen vuotta. Ne on laadittu aikana, jolloin ei vielä ollut käytettävissä riittävästi tietoja ja kokemuksia teiden kuivatuksesta Suomen olosuhteissa. Ohjeita laadittaessa on siten jouduttu turvautumaan suurelta osalta ulkomaisiin esimerkkeihin ja teoreettisiin tarkasteluihin. Ohjeiden sisältö jakautuu teoreettiseen ja käytännön ohjeita antavaan osaan. Teoriaosaa laadittaessa on nojaututtu yleiseen vesirakennukseen, jossa ei ole suoranaisesti käsitelty tien kuivatukseen liittyviä asioita. Teoriaosassa käsitellään suuria valuma-alueita, järvisyysprosentteja jne. ts. tietoja, jotka eivät suoranaisesti ole tarpeellisia kuivatuksen suunnittelijalle ja jotka saattavat jopa johtaa hänet harhaan.

Teoreettinen osa on tarpeellinen, mutta siinä esitettävien tietojen on liityttävä nimenomaan tien kuivatukseen eikä niinkään yleiseen hydrologiaan ja hydraulikkaan. Esitettävän tiedon on oltava selkeää ja nopeasti hyödynnettävissä käytännön ongelmiin, jotta se täyttäisi sille asetetun tehtävän. Monipuolisemman ja täydellisemmän teoreettisen tiedon voi hankkia tarvittaessa alan käsikirjoista.

Käytännön osassa annetaan neuvoja ja ohjeita kuivatuksen järjestelyistä, kuten ojien ja rumpujen mitoituksista. Seuraavassa esitetään joitakin sellaisia kohtia TVL:n ohjeista, joita käydyissä keskusteluissa ja haastatteluissa on arvosteltu. Luettelo ei pyri olemaan tyhjentävä analyysi nykyisestä TVL:n kuivatusohjeista, vaan siinä tuodaan esille muutamia käytännön työssä havaittuja puutteita.

- Eräiden suunnittelun ja mitoituksen lähtöarvojen ja laskukaavojen oikeellisuus on asetettu kyseenalaiseksi (esim. rummun keskikorotuksen laskenta).
- Ohjeiden esitystapa ja ulkoasu voisi olla selkeämpi ja paremmin suunnittelijaa palveleva.
- Täsmällisen tiedon ja vastauksien löytäminen on tuottanut vaikeuksia. Kuvassa 3.1 on esimerkki mahdollisuudesta esittää sadevesiputkien käyttö TVL:n töissä yksinkertaisen taulukon muodossa, jonka ajanmukaisuus on helppo tarkistaa vaikka vuosittain. Vastaavanlaisia helppokäyttöisiä taulukoita tai nomogrammeja voidaan laatia myös muista kuivatukseen liittyvistä seikoista, kuten rumpukoon valinnasta, sivuojan syvyydestä jne.
- Ohjeista puuttuvat tiedot muoviputkien käytöstä.
- Ohjeet sisältävät tyyppikuvia, jotka soveltuvat paremmin tyyppipiirustuskansioon (pääallekkäistä tietoa).

Suomen kuivatusohjeista voidaan lopuksi todeta, että niissä esitetyt tiedot olisi syytä tarkistaa ja muokata nykyistä tekniikkaa vastaaviksi. Kuivatuksesta on tehty jo useita tutkimuksia ja käytännön tietoutta on vuosien varrella kertynyt jo sen verran, että ohjeiden uusimistyö voitaisiin aloittaa.

3.22 Ulkomaisia normeja ja ohjeita

Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti ensin naapurimai- den Ruotsin, Norjan ja Neuvostoliiton tienormeja kuivatuksen kannalta ja sen jälkeen luodaan lyhyt katsaus Saksan Liittotasavallan, Sveitsin ja USA:n kuivatusohjeisiin.

SADEVESIPUTKIENTEN KÄYTTÖ

PUTKILAJI	KÄYTTÖALUE
BM muhviputki	≤ 400 mm, peitesyv. 1-3 m eikä ajoneuvo-kuormaa
BP jalaton uurreputki	≤ 400 mm, peitesyv. 3-5 m eikä ajoneuvo-kuormaa
BJ jalallinen uurreputki	<ul style="list-style-type: none"> - putkikoko > 400 - peitesyvyys yli 5 m - aina kun on ajoneuvokuormaa
V ja M valurauta- ja muoviputket	<ul style="list-style-type: none"> - kun pituuskaltevuus ylittää betoniputkille sallitun kaltevuuden

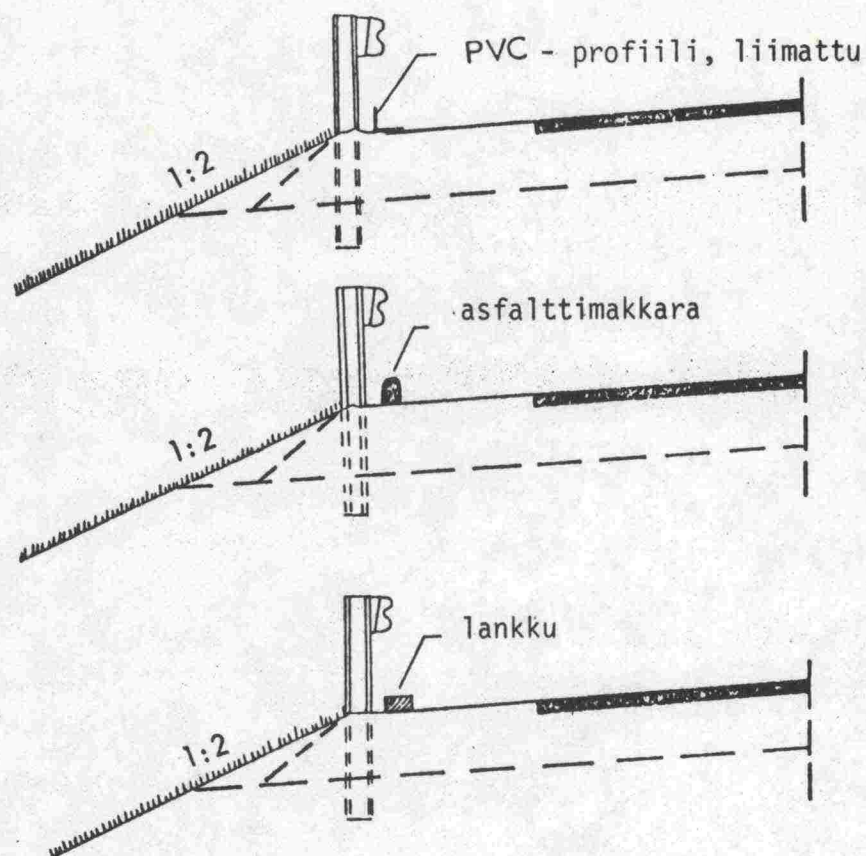
HUOM! Ajoradan alaiset > 400 mm putket rakennetaan kuten rummut.

PUTKIENTEN KANTOKYKYLUOKAN VALINTA

KANTOKYKYLUOKKA	VÄHIMMÄISPEITESYVYYS - ENIMMÄISPEITESYVYYS
A	1,00 - 3,00
B	0,60 - 5,00
C	0,50 - 6,00
D	0,40 - 7,50

Kuva 3.1

Esimerkki mahdollisuudesta esittää sadevesiputkien käyttö yksinkertaisen taulukon muodossa, jonka ajanmukaisuus on helppo tarkistaa.



Kuva 3.2 Esimerkki Norjan normeista. Vaihtoehtoja pintaveden johtamisesta kaiteen vieressä /9/

Tien luokka	Todennäköisyys, että laskelmien lähtökohtana käytetty virtaama ylitetään [%]	
	Sivuojissa, niskaojissa ja kokoojaojissa	Muissa laskuojissa (tien pituus- ja poikisuuntaisissa)
I	1	4
II, III, III-p	3	6
IV, IV-p, V	5	10

Kuva 3.3 Esimerkki Neuvostoliiton normeista. Laskennallisen kuivatusjärjestelmän suunnittelun lähtökoh-
tana pidettävät todennäköisyydet veden virtaa-
man ylittämiseksi. /10/

Ruotsin tielaitoksella on omissa ohjeissaan (Byggnadstekniska anvisningar /8/) suhteellisen lyhyt ja suppea kuivatusta käsittelevä osuus. Niissä käsitellään lähinnä tierumpujen paikan valintaa, perustamistapaa, asennusta jne. sekä luiskia, keiloja, pientareita jne. Teoreettinen perustieto ja kuvamateriaali puuttuu lähes kokonaan.

Norjassa on uudet vuonna 1974 laaditut normit (Vegnormaler /9/), joissa on perusteellinen ja selkeä kuivatusta käsittelevä osa. Se jakaantuu seuraaviin pääosiin:

1. Hydrologiset perusteet
2. Pintavesien kokoaminen ja poisjohtaminen
3. Maapohjan ja tierungon kuivatus
4. Rummut ja viemärit

Normeissa käsitellään suhteellisen laajasti ja seikkaperäisesti myös teoreettisia perusteita. Kuivatuksen ja tekstityksen yhteensovittaminen on onnistunut ja lopullinen ulkoasu on selkeä ja johdonmukainen. Esimerkkinä norjalaisista normeista on kuva 3.2, jossa on esitetty kolme tapaa johtaa vedet kaiteen viereessä.

NL:n normeissa ja ohjeissa ei ole erillistä kuivatusta käsittelevää osaa, vaan joka osassa on ohjeita, jotka palvelevat myös kuivatusta. Kuvassa 3.3 on esimerkiksi ohje, jossa on esitetty laskennallisen kuivatusjärjestelmän suunnittelun lähtökohtana olevan veden virtaaman ylittämisen todennäköisyydet eri tieluokilla.

Saksan Liittotasavallan ja Sveitsin normeissa on painotettu kuivatuksen yhteyttä muuhun tienpitoon. Siellä kuivatuksen suunnittelun lähtökohtina ovat pikeminkin tekniset ratkaisut veden kuljettamiseksi ja poisjohtamiseksi tiealueelta eivätkä niinkään sade ja sen suuruus, kuten muissa maissa. Esimerkiksi USA:ssa sateella on suurempi merkitys, mikä johtuu monissa osavaltioissa vesimäärien suurista vuotuisista vaihteluista. Siellä esim. rummut ovat usein suuria betonista valettuja kanaaleja (box culvert), joiden sallitut padotukset ovat huomattavasti suuremmat kuin meillä /8/9/10/11/12/13/14/.

3.3 Kuivatussuunnitelmat ja suunnittelun käytäntöä

Erillisiä kuivatussuunnitelmia on laadittu vasta 1960-luvulta lähtien. Ensimmäiset kuivatussuunnitelmat olivat alussa hyvinkin tarkkoja. Esimerkkinä tästä on Kehä III:lta laadittu rumpupiirustus (liite 1).

Myöhemmin suunnittelua on yksinkertaistettu, mutta vuosien varrella on esiintynyt kuitenkin sangen kirjavaa käytäntöä. Nykyisin suunnittelukäytäntö on yhtenäistynyt ja on päästy suhteellisen yksikäsitteiseen tapaan esittää kuivatussuunnitelmat, mutta vieläkin esiintyy joitakin ristiriitaisuuksia ja epäselvyyksiä. TVL:n ohjeluonnoksessa "Suunnitelmat" (v. 1970) on luettelo siitä, mitä kuivatussuunnitelma voi sisältää. Suunnittelijan harkittavaksi jää, mitä papereita kulloisessakin tapauksessa tarvitaan. Käytäntö ja henkilökohtaiset mielipiteet ovat muokanneet suunnitelmien monipuolisuuden ja tason. Esimerkiksi TVL:n omassa piirissä jotkut tekevät tarkkoja suunnitelmia erillisine rumpukuvineen ja sivuojan kaltevuuksineen, toiset taas tekevät hyvinkin ylimalkaisia suunnitelmia. Konsulteilla on yhtenäisempi käytäntö, mikä johtuu lähinnä TVH:n valvonnasta, mutta näissäkin suunnitelmissa esiintyy eroavaisuuksia. Esimerkkinä voidaan mainita aaltolevyrummut, joista toiset antavat pelkät numerotiedot rumpuluetteloissa ja toiset taas piirtävät aaltolevyrummusta kuvan.

Kuivatuksen suunnittelu tulee käytännössä suurelta osin tehdyksi muun tiensuunnittelun yhteydessä. Alustavan luonnosvaiheen tärkeyttä olisi painotettava entistä enemmän. Vaihtoehtoisia kuivatusratkaisuja ja kuivatusmahdollisuuksia olisi syytä hahmotella skitsipaperille ennen tarkempaan suunnitteluun ryhtymistä. Tämän lisäksi kannattaisi maastokäynteihin uhrata enemmän aikaa. Tällöin voidaan tarkistaa tarvittavat rumpupaikat, kuivatusolosuhteet jne. ja välttyä turhilta virheiltiltä. Tulevien suunnitelmien onnistumisen kannalta suunnittelijan olisi tärkeätä palautteen saamiseksi tarkistaa rakentamisen jälkeen, miten suunnitelmat ovat toteutuneet. Jos havaitaan poikkeamia, on syytä selvittää, mistä ne ovat johtuneet, jotta seuraavia suunnitelmia tehtäessä nämä syyt voitaisiin ottaa huomioon.

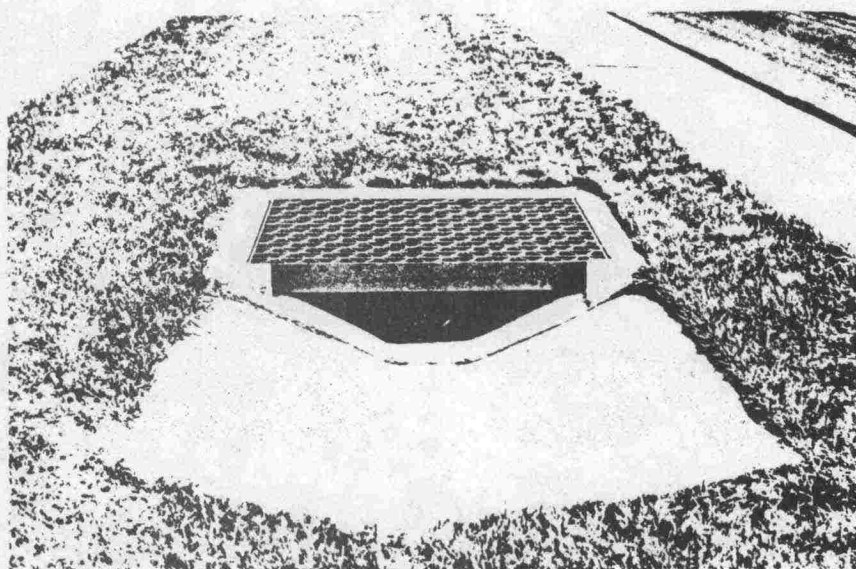
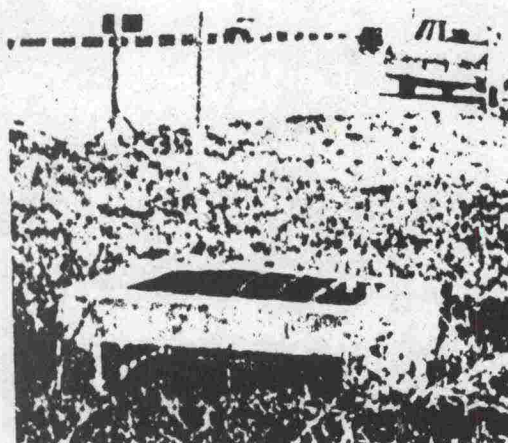
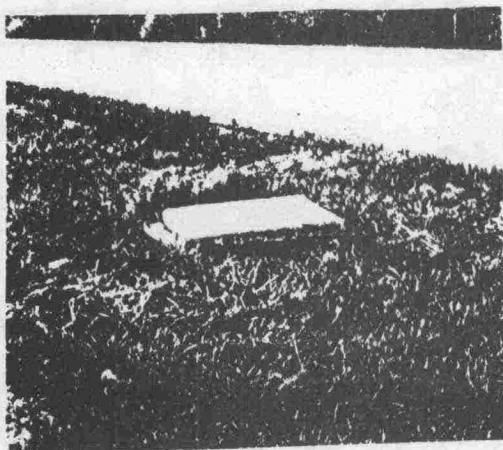
3.4 Kuivatus ja liikenneturvallisuus

Sateen on todettu eräiden tutkimusten mukaan lisäävän henkilövahinkoihin johtaneita ja vähentävän ajoneuvovaurioihin johtaneita onnettomuuksia. Saksan Liittotasavallassa tehdyn tutkimuksen mukaan märän kelin onnettomuuksien osuus kaikista onnettomuuksista kasvoi eräillä tieosuuksilla 30 %:sta 80 %:iin, kun kitkakerroin päällysteen kulumisen seurauksena pieneni 0.4:stä 0.15:een /15/.

Suomessa märällä tiellä tapahtuu n. 20 % kaikista onnettomuuksista /16/.

Kuivatuksen ja kuivatuslaitteiden hyvällä ja tarkoituksenmukaisella suunnittelulla voidaan monella tavalla vaikuttaa liikenneturvallisuuteen. Seuraavassa on esimerkkejä sellaisista pintakuivatusjärjestelyistä, joilla voidaan parantaa tienkäyttäjän turvallisuutta:

- sade- ja sulamisvesien nopealla poisjohtamisella, mikä edellyttää riittäviä sivu- ja pituuskaltevuuksia
- siellä, missä reunakivet ja kourut ovat välttämättömiä, on huolehdittava vesien pääsystä kouruihin ja riittävistä kaltevuuksista
- järjestämällä kaivoja painanteisiin vältetään lammikoiden muodostumista
- loivilla tien sisäluiskilla (vähintään 1:6) parannetaan tieltä suistuneen ajoneuvon hallittavuutta ja vältetään auton kaatuminen luiskassa
- välttämällä korotettuja tai upotettuja kaivonkansia (kuvassa 3.4 esimerkkejä vaarallisista kaivonkansista)
- välttämällä luiskasta ulos työntyviä rummunpäitä
- liittymärumpujen oikealla sijoituksella sekä rumpuun liittyvän luiskan muotoilulla ja verhouksella estetään vaarallisten törmäysesteiden synty
- estämällä veden virtaaminen liittyvältä tieltä päätielle.



Kuva 3.4 Korotettu kaivon kansi on vaarallinen auton suistuessa keskikaistalle.

(Highway research board: Traffic-safe and hydraulically efficient drainage practice, 1969).

TUTKIMUSKOHTEIDEN VALINTA

Luvussa 3 on suppeasti ja luettelomaisesti käsitelty nykyisiä teiden kuivatuksen suunnitteluohjeita ja -käytäntöä, sekä kuivatuksen merkitystä tien rakenteelle, sen ympäristölle ja käyttäjälle. Näistä asioista löytyy paljon tietoa mm. oppikirjoista, ammattikirjallisuudesta sekä eri virastojen, yhdistysten ja yksityisten julkaisuista. Sen sijaan vain vähän on julkaistu selvityksiä siitä, kuinka suunnitelmat ovat toteutuneet sekä kuinka toteutetut kuivatusjärjestelyt ja -laitteet toimivat ja palvelevat tarkoitustaan vielä kymmenen tai kahdenkymmenen vuoden kuluttua tien valmistumisesta. Tämä sama koskee myös lähes kaikkia muita teiden suunnittelun ja rakentamisen osa-alueita. Teoreettista tietoutta on, mutta selkeää kokonaiskuvaa viimeisen 10-20 vuoden aikana rakennettujen teiden suunnittelussa käytettyjen suunnitteluohjeiden pätevyydestä ja teiden toteutuksen onnistuneisuudesta ei ole.

Tässä selvityksessä on keskitytty yksinomaan tien kuivatuksen. Tutkimuskohteet pyrittiin valitsemaan siten, että tien kuivatuksen liittyvät asiat tulisivat mahdollisimman monipuolisesti esille. Tieosia valittaessa pidettiin lähtökohtina seuraavia seikkoja:

- tieosien oli oltava riittävän pitkiä, jotta mahdollisimman moni kuivatuksen liittyvä seikka tulisi otetuksi huomioon
- tieosien tuli olla riittävän kauan sitten rakennettuja, jotta voitaisiin selvittää iän mukana mahdollisesti tulleet haitat ja muutokset
- tarkasteluvälille oli laadittu ainakin jonkin tasoiset kuivatussuunnitelmat, jotta voitaisiin verrata suunnitelmia ja toteutusta
- tieosien kuivatuksen suunnittelu ja toteutus oli perustunut suurinpiirtein nykyisiin TVL:n kuivatusohjeisiin, jotta tutkimuksen tuloksista olisi hyötyä nykyisiä kuivatusohjeita uudistettaessa
- toisen tieosan oli oltava mieluummin yksiajoratainen ja toisen kaksiajoratainen
- tarkasteluvälillä tuli olla mieluummin sekä mäkisiä että tasaisia osuuksia

- tieosien oli sijaittava samalla suunnalla ja kohtuullisen etäisyyden päässä, jotta teitä voitaisiin tarkkailla myös sateen ja lumen sulamisen aikana

Käytännön syistä tarkkailukohteiksi voitiin ottaa vain kaksi tieosaa. Kohteiden valinta tehtiin TVL:n Uudenmaan piirin ja paikallisen tiemestarin avustuksella. Tarkkailuväliksi valittiin seuraavat kaksi osuutta:

1-ajoratainen tie:

Kt 50 (Helsingin ohikulkutie) välillä Jorvas - Bemböle plv. 117-157 (Mankki-Bemböle)

Suunnitteluajankohta: 1964-1965
Rakentamisajankohta: 1966-1967

Tien luokka I N - 10.5/7.5
Tien pituus 4 km
Tien leveys 1.5 + 7.5 + 1.5 m
Tien luiskat 1:3 ja 1:1.5
Suurin pituuskaltevuus 3.3 %
Tien mitoitusnopeus 80-100 km/h
KVL-75: 5000-6500 ajon/vrk /18/
Päällystetty uudelleen 1971 (Ab)

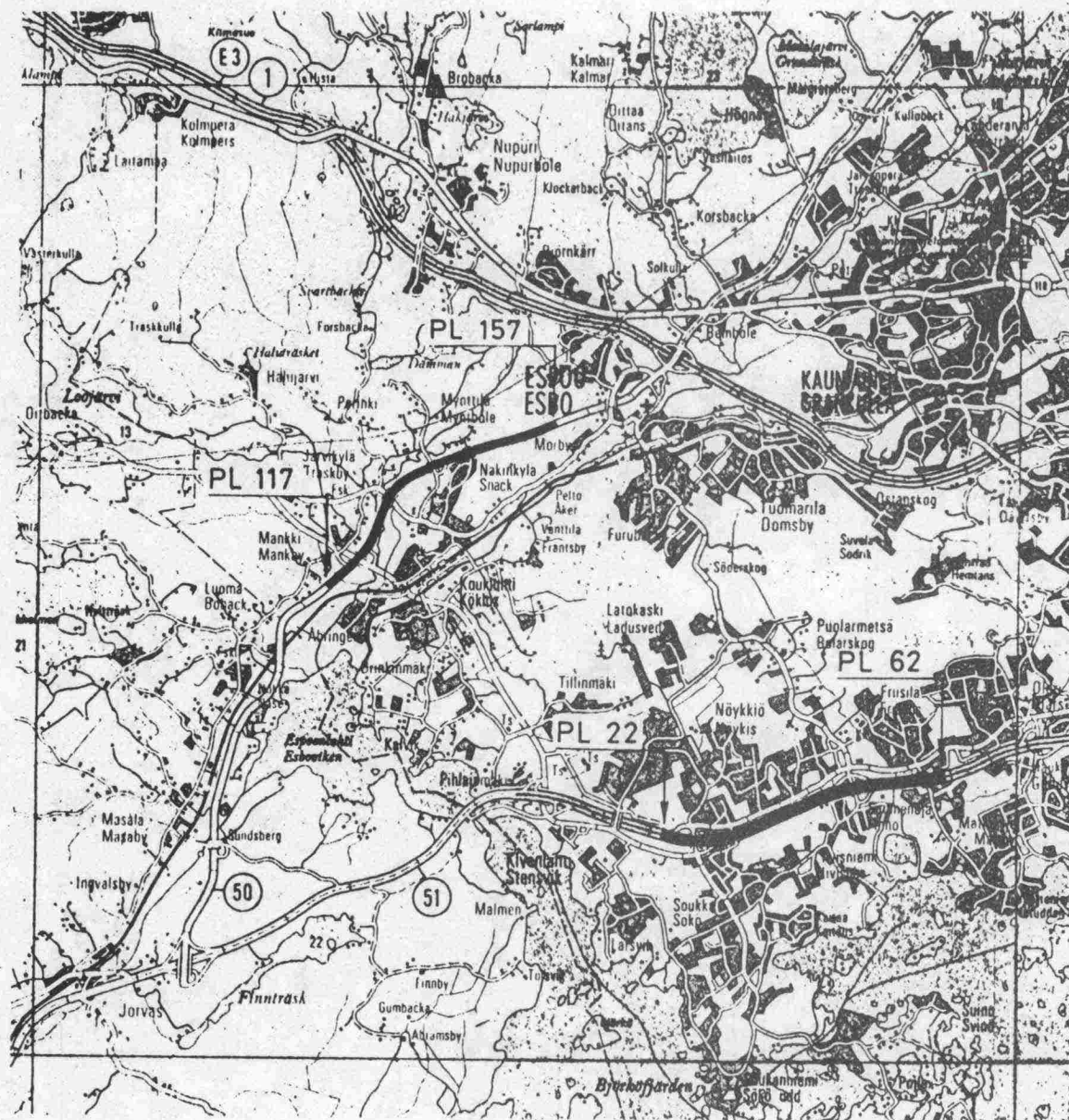
2-ajoratainen tie:

Kt 51 (Jorvaksen moottoritie) välillä Martinkylä - Matinkylä plv. 22-62

Suunnitteluajankohta: 1960-64-66
Rakentamisajankohta: 1967-1968

Tien luokka I kestop. moottoritie
Tien pituus 4 km
Tien leveys 11 + 4.5 + 11 = 26.5 m
Ajoinleveys 2 x 7.0 m
Suurin pituuskaltevuus 2.6 %
Mitoitusnopeus 100 km/h
KVL-75: 15000 - 21000 ajon/vrk /18/
Päällystetty uudelleen 1972 (Ab). Eräissä kohdissa on painumia korjattu asfaltilla tien valmistumisen ja uudelleen päällystämisen välisenä aikana.

Kuvassa 4.1 on esitetty tutkimuskohteiden sijainti



1 : 100 000

KUVA 4.1 TUTKIMUSKOHTEET

Kt 50 plv. 117 - 157

Kt 51 plv. 22 - 62

5 KANTATIEN N:O 50 (KEHÄ III) KUIVATUSANALYYSI

5.1 Yleistä

Kantatiellä n:o 50 sijaitseva tarkasteluväli on neljä kilometriä pitkä. Maasto on vaihtelevaa sekä maaperän laadun että pinnan muodon suhteen. Tarkasteluvälin valinnan melkoisesta satunnaisuudesta huolimatta oli näinkin lyhyellä tieosuudella koko joukko tien ja sen ympäristön kuivatukseen suoranaisesti tai välillisesti liittyviä seikkoja, joiden kehittämiseen kannattaa kiinnittää huomiota vastaisessa suunnittelussa, rakentamisessa ja kunnossapidossa. Tarkasteluvälillä ei sinänsä havaittu mitään poikkeuksellisia kuivatusohgelmia, mutta sen sijaan kylläkin pieniä epäkohtia kuivatuksen toteutuksessa ja kunnossapidossa. Tässä selvityksessä ilmitulleet epäkohdat saattavat tuntua vähäpätöisiltä, mutta myöhemmässä vaiheessa tai muissa olosuhteissa niistä voi aiheutua haittaa tai vahinkoa tien rakenteelle, sen ympäristölle ja käyttäjille.

5.2 Mitoitusvirtaamat

Tien kuivatuksen suunnittelussa virtaamien määrittely on tarpeellista yleensä vain mitoitettaessa rumpuja. Tavallisesti suunnittelija tekee alustavan selvityksen rummun valuma-alueesta, laskuojasta, paikasta, perustamisolosuhteista ja -tavasta. Tämän selvityksen hän lähettää paikalliselle vesipiirille lausuntoa varten. Vesipiiri tarkistaa tiedot, mitoittaa rummun ja antaa rummun perustamissyvyyden. Nykyisin eräät TVL:n piirit mitoittavat itse rummut ja tekevät ehdotuksen niiden korkeusasemasta vesipiirille. Tällainen yhteistyö on toiminut hyvin ja on erittäin suositeltavaa.

Tarkasteluvälillä on seitsemän rumpua ja viidestä on pyydetty maanviljelysinsinööripiirin (vesipiirin) lausunto. Rumpujen valuma-alueet vaihtelevat lausuntojen mukaan 0.3 - 3.9 km². Valuma-alueiden tarkempi määrittäminen osoitti, että vesipiirin lausunnoissa annetut valuma-alueiden koot ovat ylöspäin pyöristettyjä (kuva 5.1) eli karkean määrittelyn tuloksena saadaan pikemminkin liian suuri kuin liian pieni valuma-alue.

Mk 1:10 000

Valuma-alueitten lisäksi mitoitusvirtaamia määritettäessä tarvitaan tiedot vesisateen rankkuudesta sekä suurilla valuma-alueilla lumen kevätsulamisesta, vesisateen ja lumen kevätsulamisen aiheuttaman ylivirtaaman esiintymistaajuudesta ja sadeveden kerääntymisajasta.

Tarkasteluvälillä olevien rumpujen mitoitusvirtaamat vaihtelevat maanviljelysinsinööripiirin lausuntojen mukaan $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ - $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$. Seuraavassa on esimerkki siitä, kuinka tarkasteluvälillä olevan rumpun virtaamat voidaan määrittää kuudella eri tavalla.

Esimerkki: Mitoitettava rumpu pl. 118+90

Valuma-alue: n. $3.5 - 4.0 \text{ km}^2$

Mitoitusvirtaaman maksimi voi syntyä joko kesän tai syksyn sateiden tai lumen kevätsulamisen aikana.

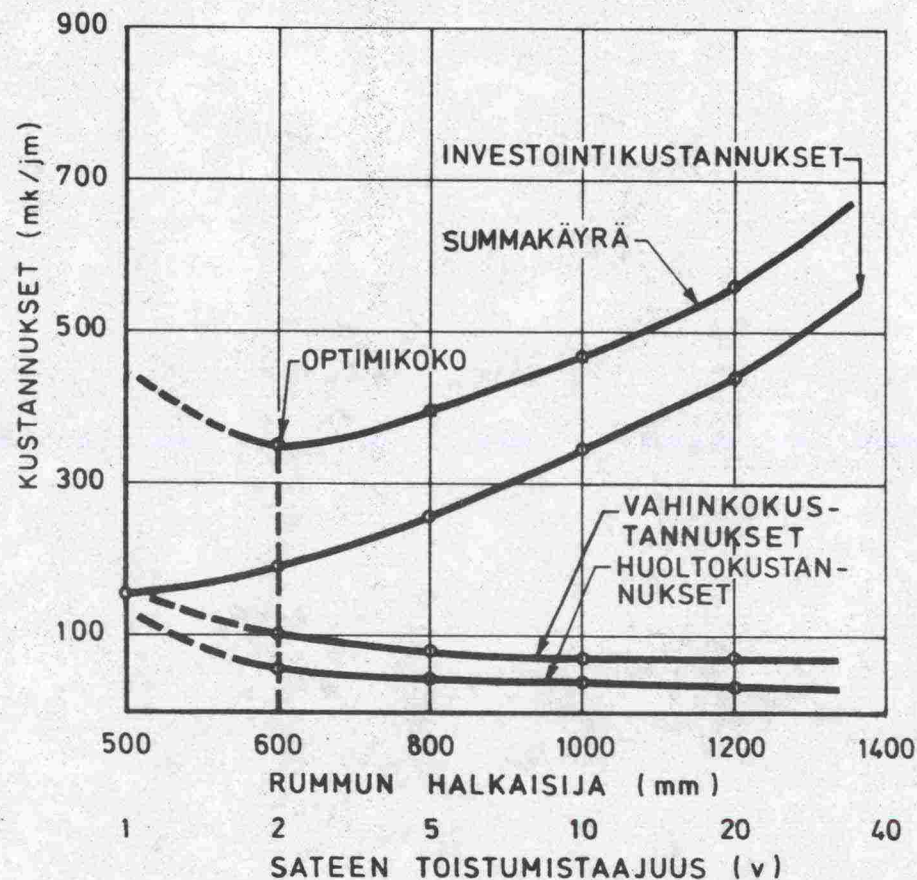
Kuusi tapausta: A, B ja C edustavat suunnittelijoita, jotka mitoittavat sateen perusteella, D edustaa vesipiirä, E ja F mitoittavat kevätsulamiseen perustuen, koska valuma-alue on yli 2 km^2 .

	A	B	C	D	E	F
Valuma-alue (F, km^2)	3.5	3.7	4.0	3.9	3.9	4.0
Valumakerroin (Y)	0.05	0.10	0.15	-		
Kerääntymisaika (min)	120	100	80	-		
Sateen toistumistaajuus (v)	1/2	1/3	1/5	-	1/2	1/5
Sateen rankkuus ^{x)} (l/s)	21.5	26.8	46.2	-		
Virtaama (l/s) $Q=i \times Y \times F$	376	992	2772	1300	780	1053
Tarvittava rumpukoko (mm)	800	1100	1600	1400	900	1200

x) Rankkasateet Helsingissä vuosina 1924-1970

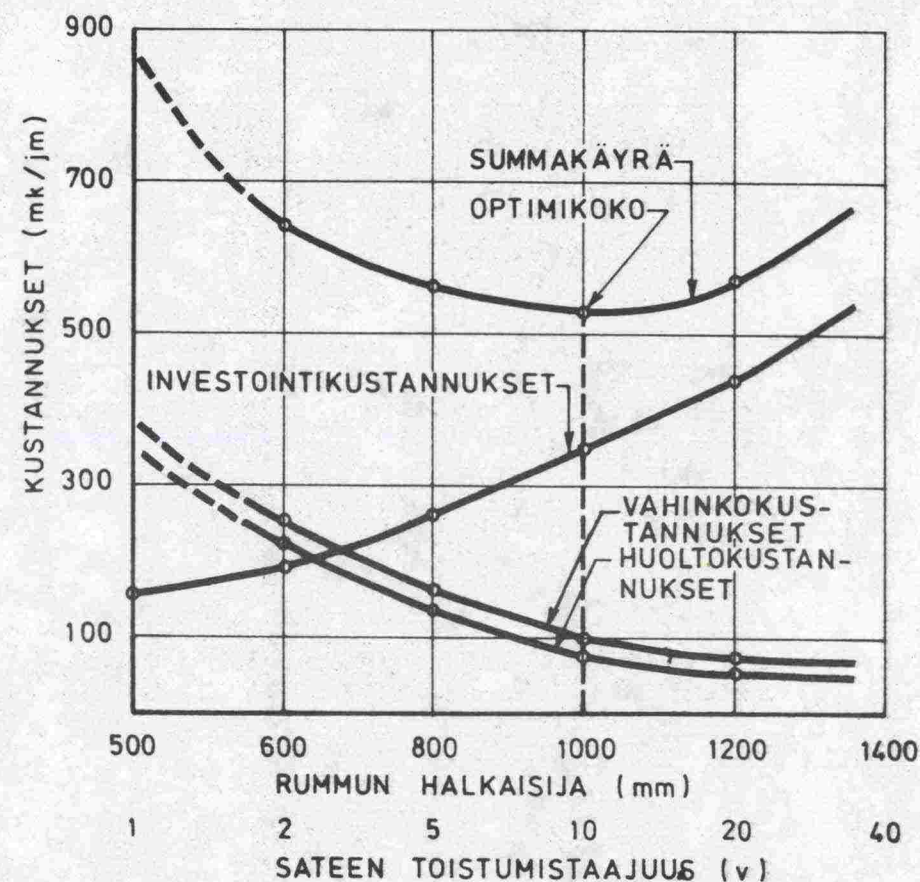
HYVÄT OLOSUHTEET

- HYVÄ KALTEVUUS (YLI 2%)
- EI LIETTYMISVAARAA
- PADOTUKSESTA EI VAARAA



HUONOT OLOSUHTEET

- PIENI KALTEVUUS (ALLE 1%)
- LIETTYMISVAARA
- PADOTUKSESTA HAITTAA



KUVA 5.2 PERIAATTEELLINEN ESITYS RUMPUKÖÖN VALINNASTA
HYVISSÄ JA HUONOISSA OLOSUHTEISSA OPTIMIAJATTELUA
HYVÄKSI KÄYTTÄEN

Esimerkin mitoitusvirtaamia käyttäen päädyttäisiin rumpukokoihin, jotka vaihtelevat halkaisijaltaan 800-1600 mm. TVH:n kuivatusohjeiden mukaan vastavassa tapauksessa tarvittaisiin padotusluokasta riippuen halkaisijaltaan 1200-1600 mm:n rumpu.

Vesipiirin lausunnon mukaisesti paikalle on rakennettu Ø 1400 mm rumpu, joka havaintojen perusteella on riittävä huolimatta 45 cm lietteestä, joka on vähentänyt rummun kapasiteettia 27 %.

Esimerkki osoittaa, että eri lähtökohdilla, jotka sinänsä kaikki ovat "oikeita", päästään aivan eri tuloksiin. Näin ollen tuntuu, että laskemalla saaduille mitoitusvirtaamille annetaan liian suuri paino rumpuja mitoittaessa. Lähtökohdiksi olisi mieluummin valittava mahdollisimman moni rumpukokoon vaikuttava tekijä. Tällaisia tekijöitä ovat vesimäärin lisäksi esim. erilaiset kustannukset, kuten investointi-, kunnossapito- ja vahinkokustannukset. Kustannuksia laskettaessa on otettava huomioon mm. seuraavia seikkoja:

- Investointikustannuksia laskettaessa on otettava huomioon paitsi rumpukoon suurentamisesta aiheutuvat materiaalikustannukset (rumpurenkaat) myös lisääntyneet massatyöt, suuremmat siirtymäkiilat ja joissain tapauksissa kriittisen perustamissvyyden alittaminen, josta voi olla seurauksena kaivannon tukemistarve ja pehmeällä kuivakuoren rikkoutuminen, jolloin rumpu joudutaan paaluttamaan jne.
- Kunnossapitokustannuksiin kuuluu lähinnä lietettyneen ja talvella jäätyneen rummun aukaisu. Liettyminen on seurauksena liian pienestä kaltevuudesta tai huonosta laskuojasta. Pienestä rummusta liete joudutaan poistamaan useammin kuin suuresta rummusta, jonka kapasiteetti riittää lietteestä huolimatta.
- Vahinkokustannuksia arvioitaessa on rumpupaikalla suuri merkitys. Metsämailla padotuksesta ei ole kovinkaan suurta haittaa. Tasaisilla peltoalueilla saattaa tulviminen levitä laajalle ja aiheuttaa näin suuriakin vahinkoja.

Kuvassa 5.2 on esitetty periaate, kuinka rumpukoko voidaan valita investointikustannusten, kunnossapitokustannusten ja tulvimisesta aiheutuvien kustannusten optimina. Muita rumpukokoon vaikuttavia tekijöitä käsitellään lähemmin kappaleessa 5.5.

5.3 Ajoradan pintakuivatus

5.31 Ajorata

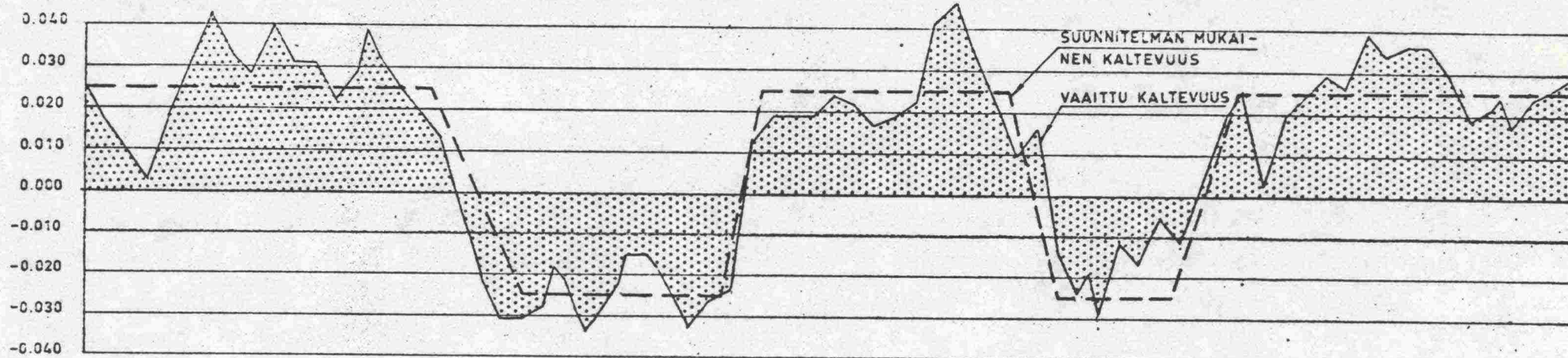
Tarkasteluvälillä pituuskaltevuudet vaihtelevat tasausviivan taitekohdan nollostä prosentista 3,3 prosenttiin. Sivukaltevuuksien vaihtelut on esitetty kuvassa 5.3, jossa on käytetty positiivisia kaltevuuksia silloin, kun vedet valuvat tasausviivasta poispäin ja negatiivisia päinvastaisessa tapauksessa. Kuvas-
ta voidaan todeta, että sisäkaarteissa sivukaltevuudet ovat yleisesti jonkin verran yli 2,5 % ja ulko-
kaarteissa puolestaan alle 2,5 %. Toisin sanoen tie on kulunut ja/tai painunut kaistan reunoilta enemmän kuin keskeltä. Varsinkin pehmeikköosuuksilla on
ulkokaarten paksumman penkereen painuminen ilmeinen. Esim. plv. 119-121 olevan pehmeikön kohdalla ovat si-
vukaltevuudet vähentyneet olennaisesti, mikä aiheut-
taa sateella veden lätköitymistä (kuva 5.4). Tien
päällästämisestä on kulunut jo kuusi vuotta (1971
Ab 120 kg/m²), joten päällästeen uraantumista esiin-
tyy lähes koko matkalla. Seurauksena tästä tien
keskellä on havaittavissa paikoin selvä harjanne
(kuva 5.5), joka estää kaarteissa vesien valumisen
ajoradan ulkoreunalta sisäreunalle. Uraantumisen
vuoksi paikalliset sivukaltevuudet ovat paikoin huo-
mattavasti pienempiä kuin kuvassa 5.3 esitetyt kalte-
vuudet, jotka kuvaavat kokonaiskaltevuutta (vaaitus-
pisteinä ovat olleet keskilinja ja ajoradan reunaviiva.

Sivukaltevuuksien pienentyminen aiheuttaa varsinkin
jyrkissä mäissä viettövilvan pitenemisen, mistä seu-
raa veden virtausmatkan piteneminen, valuma-alueen
suurentuminen ja vesikalvon paksuneminen. Esimerkik-
si kaarrekohdassa, jossa kokonaissivukaltevuus on
vain 0.012 ja pituuskaltevuus 0.033 on sateen aikana
syntyvän vesikalvon paksuus teoreettisesti jopa
6,5 mm ja urissa, joissa vesi joutuu juoksemaan pitkin
tietä pitkiäkin matkoja mahdollisesti paksumpi. Läh-
teen /19/ mukaan tällainen 6-7 mm:n vesikerroksen pak-
suus aiheuttaa yli 90 kilometrin tuntinopeuksilla
vesiliirron vaaran.

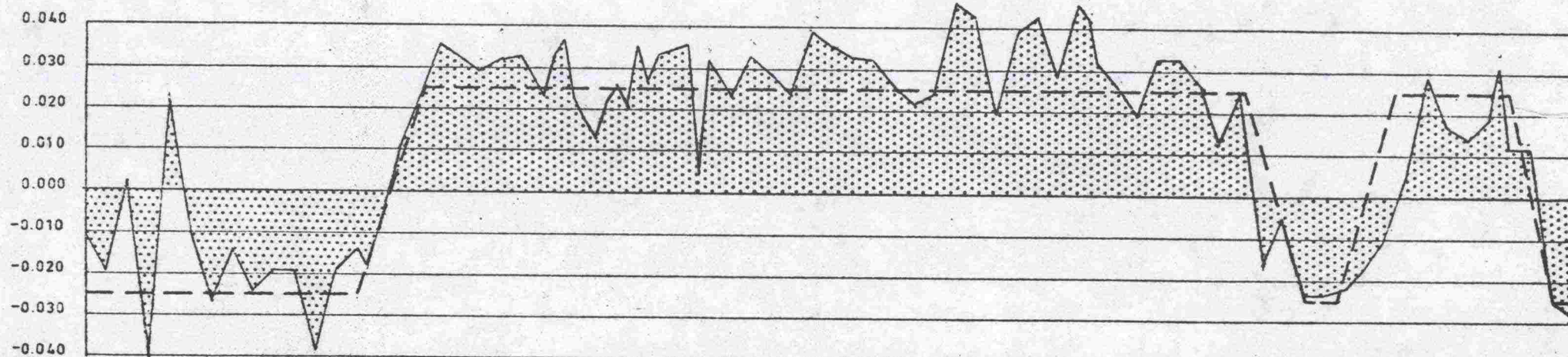
Märän tien ja lätköitymisen haittoina ovat lisäksi
päällästeen heijastusominaisuuksien heikkeneminen se-
kä tien käyttäjien, autojen tuulilasien ja ajovalo-
jen likaantuminen.

Tarkasteluvälillä nyt havaitun ja muualla maassa teh-
tyjen vaaitusten perusteella sivukaltevuuksia olisi
syytä suurentaa 2.5 %:sta 3-3.5 %:iin osuuksilla,
joissa tien keskiosan painumien takia on odotettavis-
sa sivukaltevuuksien vähentymistä tai jomman kumman
kaistan suurempaa painumista.

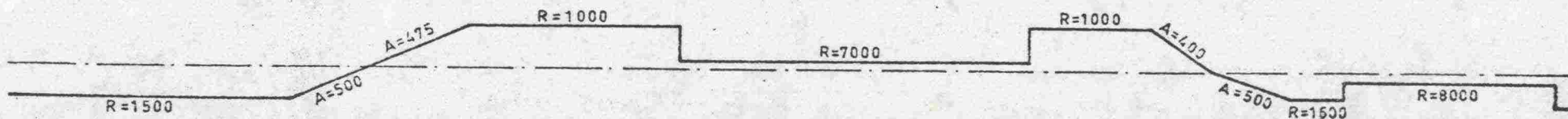
VASEN AJOKAISTA



OIKEA AJOKAISTA



PI 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154



KUVA 5.3 KANTATIE N:O 50 SIVUKALTEVUUDET PLV. 118+50 - 154+50

Tällaisia ovat mm. pehmeikköosuudet, joissa tapahtuu konsolidaatiopainumista siten, että tien keskiosalla on taipumusta painua laitaosia enemmän tai kaarrekohdat, joissa ulompi ajorata paksumapana ja raskaampana painuu enemmän kuin sisempi ajorata, varsinkin, jos tie on raskaasti liikennöity. Myös mäkisillä osuuksilla, joissa viettokaltevuudet muodostuvat pitkiksi, olisi syytä ainakin paikallisesti harkita sivukaltevuuksien lisäämistä.

5.32 Pientareet

Tarkasteluvälillä on 0.25 metrin levyinen sorapiennar, joka on suunniteltu 5 % kaltevuuteen. Pientareet olivat yleisesti ottaen hyvässä kunnossa ja takasivat pintavesien pääsyn ajoradalta sivuojiin lukuunottamatta kaiteiden kohtia ja lyhyttä mäkestä osuutta. Näissä tien reunaan muodostunut palle aiheutti sen, että vedet virtasivat pitkin piennarta (kuva 5.6) tai kaiteiden kohdalla jopa pitkin ajoradan reunaa (kuva 5.7).

Nykyistä suuntausta rakentaa tuki-pientareet ajoradan kanssa samaan kaltevuuteen lähinnä työteknisistä syistä olisi syytä tarkistaa ainakin mälisten osuuksien kohdalla. Nyt havaitun perusteella olisi harkittava jopa pientareen kaltevuuden lisäämistä, koska pitkin piennarta juoksevat vedet syövyttävät asfaltin reunan aiheuttaen pahimmassa tapauksessa sen murtumisen. Suuremmilla valuma-alueilla kertyneet vedet saattavat purkautuessaan verhoamattomaan luiskaan syövyttää myös sen. Esimerkiksi Saksassa pientareet rakennetaan 12 prosentin kaltevuuteen. Lisäksi siellä ennakoidaan päällysteen kulumisen rakentamalla sorapiennar 3 cm päällysteen reunaa matalammalle. Tasaisemilla osuuksilla pienempi kaltevuus riittää, mutta liian pieni kaltevuus lisää kunnossapitotarvetta.

5.33 Liittymien pintakuivatus

Liittymien kohdalla oli havaittavissa keskimäärin muuta ajorataa enemmän epätasaisuuksia. Nämä aiheuttivat lievää lätköitymistä ja hidastivat veden kulua sivuojiin. Osasyynä epätasaisuuksiin ovat ilmeisesti liittymäalueella yleisemmin tapahtuvat jarrutukset ja kiihdytykset sekä ajoneuvojen risteily.

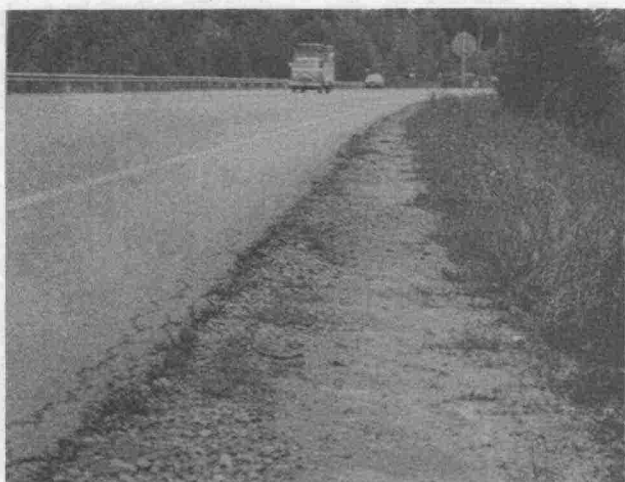
Liittymien tehokkaan kuivatuksen tarkistamiseksi olisi suunnitteluvaiheessa syytä laatia liittymistä tasauspiirustus, jonka avulla tarkistetaan, että liittymässä on kuivatuksen kannalta riittävät viettokaltevuudet.



KUVA 5.4 Vesi kerääntynyt tasaisella tieosuudella painumiin ja ajouriin.



KUVA 5.5 Vesi virtaa pitkin ajo-uraa. Keskilinjalla oleva harjanne estää veden pääsyn sisäkaarteeseen.



KUVA 5.6 Vesi juossut pitkin pienarta aiheuttaen päällysteen reunan halkeilua.



KUVA 5.7 Kaiteen kohdalle muodostunut palle estää pintavesien pääsyn sivuojiin.



KUVA 5.8 Korotetuille sarakkeille kertynyt lumi pitää tien märkänä.



KUVA 5.9 Piennar syöpynyt ja asfaltin reuna murtunut risteyksen kohdalla oikaisujen ja veden yhteisvaikutuksesta.

Korotetut sarakkeet estivät myös jonkin verran vesien kulkua, mutta suurempana haittana on liikenteenjakajille kertyvä lumi, joka keväällä sulaessaan pitää liittymäalueen märkänä (kuva 5.8), kun muu tieosa on jo kuiva. Tiellä oleva vesi saattaa jäätymässään aiheuttaa vaaratilanteen varsinkin liittymässä. Näin ollen olisikin syytä harkita yhä useammin korotettujen sarakkeiden käytön korvaamista pelkillä maalauksilla. Tämä helpottaisi muutenkin liittymän kaltevuuksien järjestelyjä ja liittymän kunnossapitoa.

Liittymien sorapientareet olivat syöpyneet ja asfaltin reuna murtunut oikaisujen ja veden yhteisvaikutuksesta (kuva 5.9). Syöpyminen oli voimakkaampaa sen kaarteiden kohdalla, jossa liikenteen suunta on päätieltä sivutielle. Tämä johtuu siitä, että päätieltä sivutielle kääntyvät ajoneuvot tulevat liittymään suuremmalla ajonopeudella ja oikaisevat yleisesti. Oikaisuihin vaikuttaa kääntymissäde, mutta eniten piennarleveys, sillä jos päällyste ulotetaan luiskaan saakka ja kaarresäteet noudattavat nykyisten ohjeiden suosituksia, niin oikaisu vähenevät ja kuivatus paranee /20/21/.

5.4 Avouomat ja niiden riittävyys

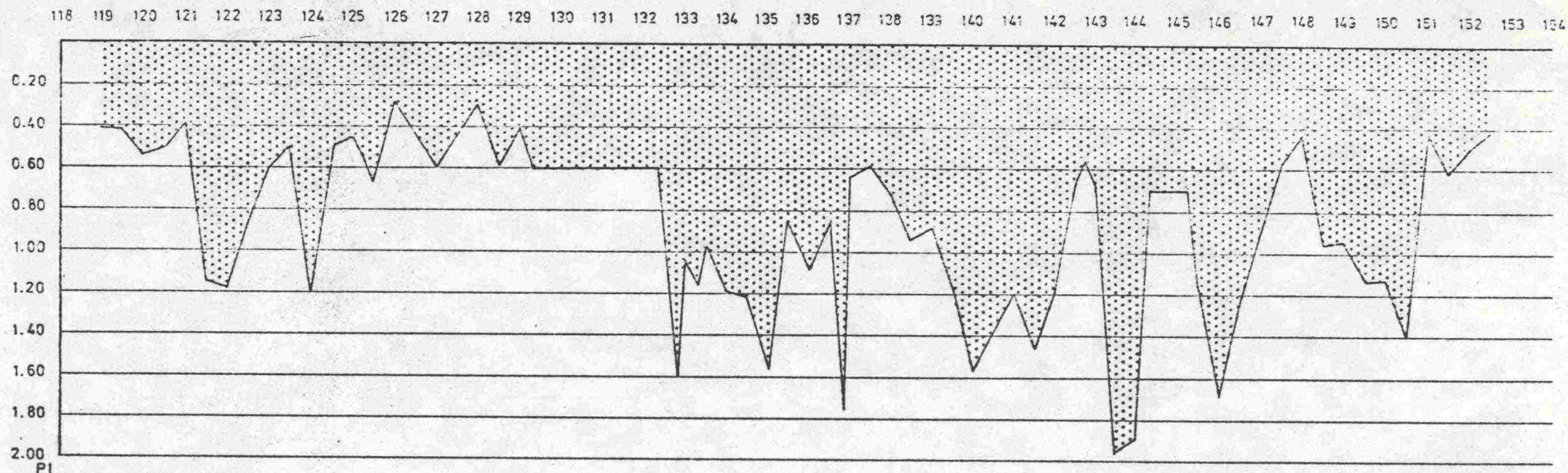
5.41 Sivuoijat

Sivuojen koko tarkasteluvälillä on määräytynyt nykyisten kuivatusohjeiden mukaan ts. suoraan päällysrakenteen paksuuden (ojan pohjan on oltava vähintään 25...30 cm päällysrakenteen alareunan alapuolella) ja vaadittavien kaltevuuksien mukaan. Sivuojen syvyys vaihtelee 0-1.96 m (kuva 5.10). Leikkauskohdissa niiden syvyys on 0.4-1.96 m, jolloin keskisyvyys on noin metri ja pengerosuuksilla 0-1.57 m, jolloin keskisyvyys on noin 0.6 m. Sivuojen pituuskaltevuudet vaihtelevat välillä 0.2 % - 3.8 %.

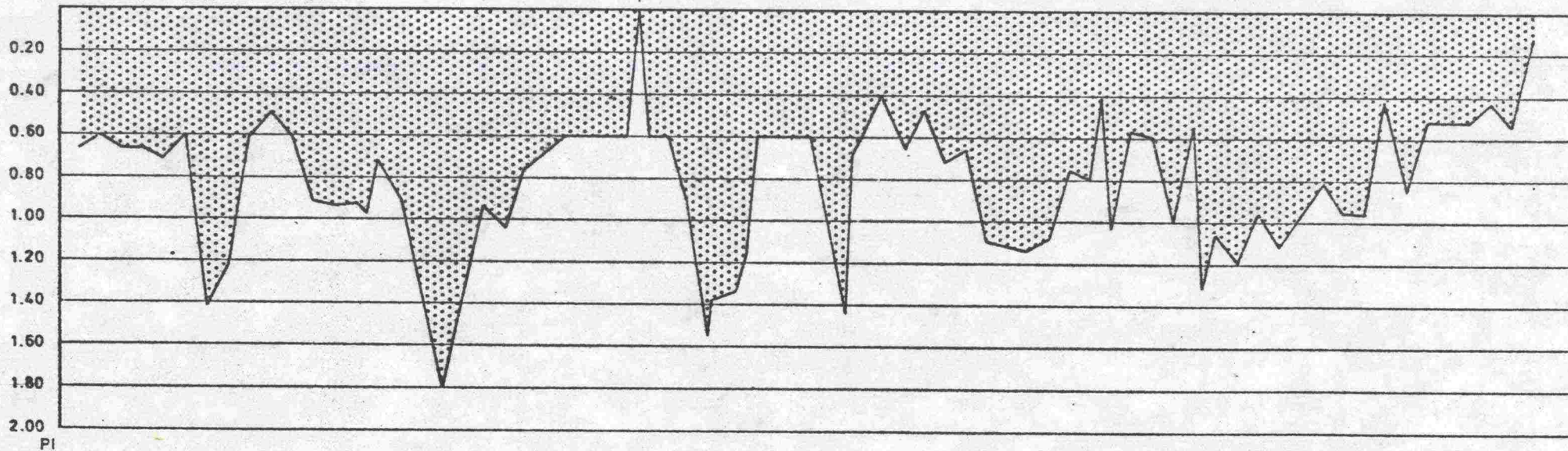
Tarkasteluvälillä on sivuoista laadittu erilliset pituusleikkaukset (liite 2). Niiden avulla suunnitella on voinut tarkistaa, ettei vesipusseja synny ja että vedet joutuvat pois tiealueelta. Pituusleikkauksien lisäksi poikkileikkauksissa on 20 m välein esitetty ojan pohjan korkeudet.

Varsinkin maaleikkausten kohdalla sivuoijat ovat vesimääriin nähden ja muutenkin tarpeettoman syviä (kuva 5.11 ja 5.12).

OIKEA SIVUOJA



VASEN SIVUOJA



KUVA 5.10 SIVUOJAN VAAITUT SYVYYDET KANTATIELLÄ N:O 50 PLV. 118+00 - 153+00

Sivuojen valuma-alueet vaihtelevat tarkasteluvälillä 0-1.8 ha. Suurinta valuma-aluetta vastaava virtaama saadaan, kun valumakerroin 0.2 ja sateen rankkuus 170 l/s . ha (kerran viidessä vuodessa toistuva 10 min sade) kerrotaan valuma-alueen pinta-alalla:

$$Q = 170 \cdot 0.2 \cdot 1.8 = 61.2 \text{ l/s}$$

Tällä kohdalla sivuojan kaltevuus on noin 1 % ja luiskat ovat nurmetettuja. Jos luiskan kaltevuudet ovat 1:4/1:2 saadaan Manningin kaavan mukaan /2/ vesisyvyydeksi 0.25 m. Kun tähän lisätään 0.15-0.2 m varmuusvara, saadaan tarvittavaksi ojan maksimisyvyydeksi noin 0.4-0.45 m.

Koska tarkasteluvälillä on lähinnä E-luokan maanleikkauksia, olisi maanleikkaustöissä voitu säästää 25-48 % käyttämällä matalia sivuojia (kuva 5.13). Tämä säästö olisi riittänyt moninkertaisesti kattamaan tällöin syväkuivatuksessa tarvittavan salaojan kustannukset. Kustannussäästön lisäksi olisivat etuina olleet parempi ulkonäkö ja liikenneturvallisuus sekä alentuneet kunnossapitokustannukset, koska nurmetettu ala on pienempi.

Pengerosuuksilla on myös tarkoituksenmukaista pyrkiä sivuoissa minimisyvyyksiin (usein riittää 15-20 cm maanpinnasta mitaten) tai jättää ne kokonaan pois sellaisissa tapauksissa, joissa maasto viettää tiealueelta poispäin ja/tai ympäröivä maaperä on hyvin vettäläpäisevää, esimerkiksi soraharjut ja suot. Minimiojasyvyyksien käyttöä rajoittaa kuitenkin pelto-osuuksilla sarkaojen syvyys ja mahdollinen salaojitus, sillä tielle päin laskevat pelto-ojat on voitava kuivatkaa sivuojan kautta. Alavien metsämaiden kuivatus voi myös joissakin tapauksissa vaatia sivuojan myös pengerosuuksilla.

Kalliroleikkausten kohdalla ei sivuojaa juurikaan tarvittaisi vesimäärien vuoksi, koska valuma-alueet ovat pieniä ja leikkaukset sijaitsevat yleensä vedenjakajilla. Sen sijaan lumitilan ja turvallisuuden vuoksi kalliroleikkausten on oltava riittävän väljiä. Nykyisten normien sallima minimileveys (2.80 m) on yleensä riittävä lumitilaa ajatellen. Sen sijaan turvallisuustekijät ja runsaslumisina talvina (tarkasteluajankohtana oli myös Etelä-Suomessa paljon lunta) se, että varjon puolella ja ulkokaarteissa oleviin kapeisiin kalliroleikkauksiin kertynyt lumi pitää tien märkänä vielä kauan sen jälkeenkin, kun muu tieosa on jo kuiva (kuva 5.14), puoltaa leveämpää leikkausta ja jyrkempää piennarkaltevuutta, mikä omalta osaltaan edesauttaisi lumen valumista sivuojaan eikä tielle.



KUVA 5.11 Tarpeettoman syvä (1,5 m) sivuoja
Kt:llä n:o 50 pl. 133+60

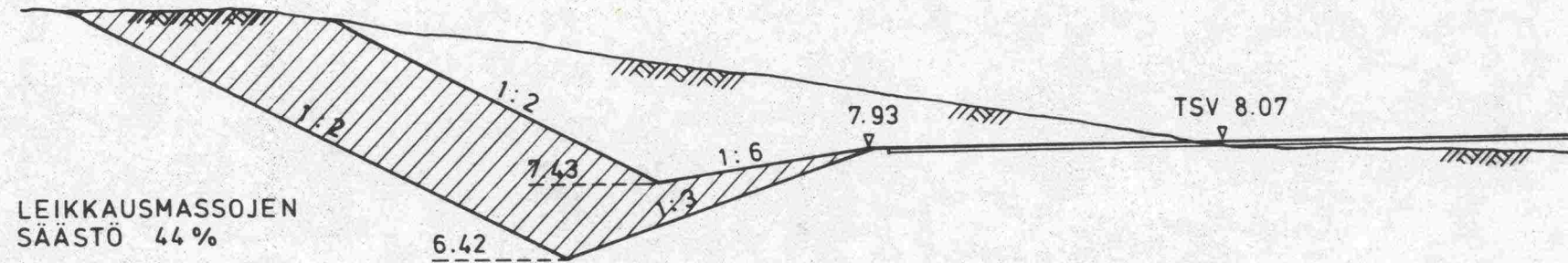


KUVA 5.12 Tarpeettoman syvä (1,5 m) sivuoja
Kt:llä n:o 50 pl. 124+00

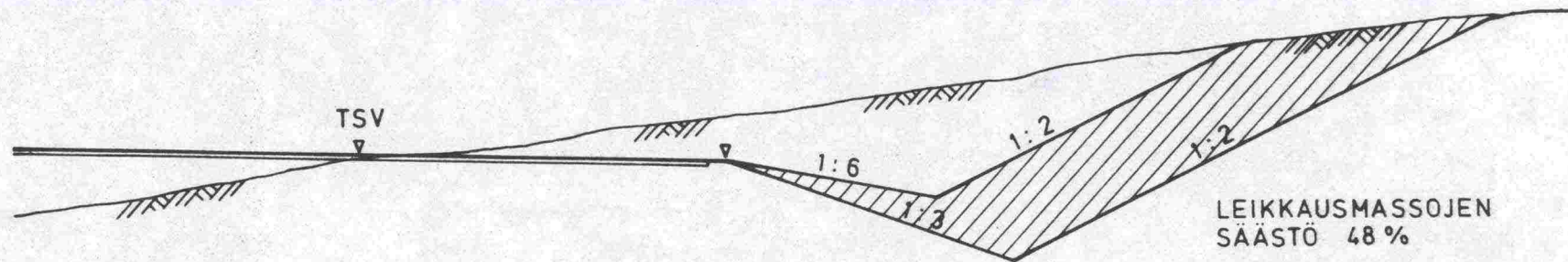


KUVA 5.14 Kapeisiin kalliioleikkauksiin kertynyt
lumi pitää sulaessaan tien märkänä.

PL 124+00 (KATSO KUVAA 5.11)



PL 133+60 (KATSO KUVAA 5.12)



KUVA 5.13 MATALAA SIVUOJAA KÄYTTÄMÄLLÄ VOIDAAN SAAVUTTA
JOPA 48 % SÄÄSTÖJÄ (ESIMERKIT KANTATIELTÄ N:O 50)

Tarkasteluvälillä talvella 1973-74 tiellä tehdyt kitkamittaukset ovat hyvänä esimerkkinä tällaisen tilanteen aiheuttamasta vaarasta /22/. Mittausten tuloksena saatiin keskimääräiseksi kitkakertoimeksi 0.68 (minimi 0.43 ja maximi 0.9) keskihajonnan ollessa hyvin suuri (61 % keskiarvosta). Hajonnan suuruus johtuu tien varjoisilla (kalliroleikkaukset) kohdilla olleista jäisistä osuuksista. Hajonta ja onnettomuusriskit ovat ilmeisesti vielä suurempia keväällä, kun muu tieosuus on kuivanut.

Leveämpää kalliroleikkausta on syytä harkita varsinkin silloin, kun massatalous sen sallii, sillä leveämpi leikkaus lisää myös tieltä ulosajavien autojen turvallisuutta.

5.42 Laskuojat ja niskaojat

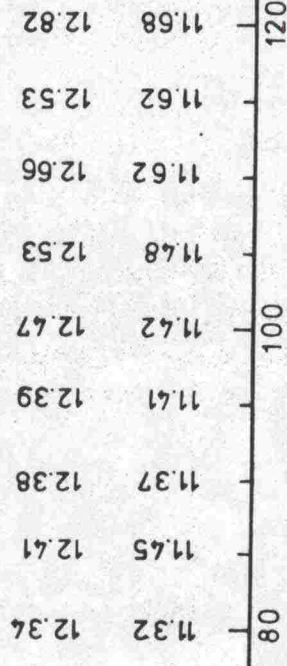
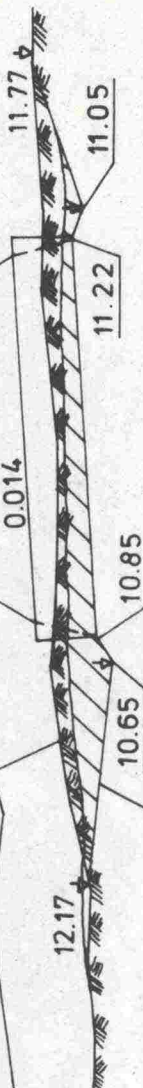
Tarkasteluvälillä olevista rummuista viiden rummun vedet purkautuvat laskuojiin, jotka laskevat edelleen Gumbölen jokeen. Kahden rummun vedet (vesimäärät pieniä) purkautuvat vapaasti maastoon.

Laskuojien kaltevuudet vaihtelivat 0.4:n ja 5.6 prosentin välillä. Vedet kulkivat kaikissa laskuojissa, mutta ne laskuojat, joiden kaltevuus oli alle 1 % ja jotka sijaitsivat pelloilla, olivat liettyneet entiisiin tasoihinsa. Kuvassa 5.15 on esitetty suunnitelmat kahdesta tällaisesta laskuojasta. Kuvasta havaitaan, että rumpujen päiden kohdalle (tiealueen rajojen sisäpuolelle) on merkitty laskuojaa syvennettäväksi. Ojat olivat nyt kuitenkin täyttyneet entiseen tasoonsa ja liettäneet samalla rummut. Rummun päiden kohdalla laskuojien ruoppaus olisi tehtävä parin vuoden välein, jotta rummut pysyisivät puhtaina tai sitten alapuolinen laskuoja täytyisi avata koko matkalta. Tämän esteenä on pidetty sitä, ettei laskuojia voida vahvistaa tiesuunnitelman vahvistamisen yhteydessä. Kun tiealue otetaan haltuun, ei laskuoja kuulu tiealueeseen, vaan rakentajan on erikseen sovittava maanomistajan kanssa laskuojan ruoppaamisesta. Rakentajilla on oikeus avata laskuoja, mutta heillä on ollut hankaluuksia sopia maanomistajien kanssa ojan kaivamisen ajankohdasta ja ojamassojen poiskuljettamisesta. Tämän vuoksi ja myös kustannussyistä monet laskuojat ovat jääneet avaamatta tai kuten tarkasteluvälillä, ojan kaivua ei ole edes suunniteltu tiealueen ulkopuolella. Seurauksena vesipiirin lausunnon mukaan perustetut rummut liettyvät usein ja menettävät alunperin suunnitellusta kapasiteetistaan 25-100 %. Rakentajien toivomus onkin, että laskuojat tulisi voida vahvistaa tiesuunnitelman yhteydessä, jolloin heillä olisi oikeus (velvollisuus) ruopata vapaammin laskuojat.

SUUNNITELTU
HELSINGIN
OHIKULKUTIE
VÄLILLE JOR-
VAS-BEMBÖLE
PL.140+25

TILANNE 1.10.1976

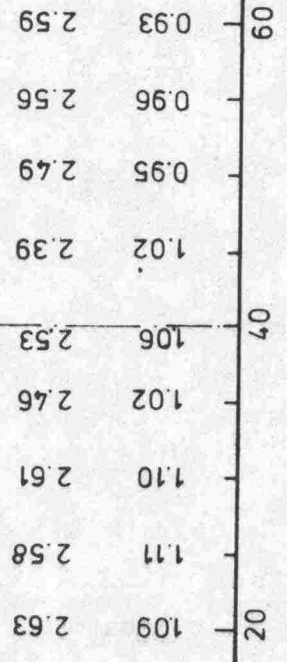
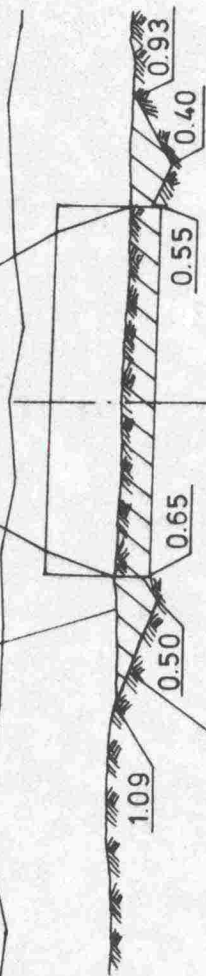
SUUNNITELTU
OJAN POHJA



SUUNNITELTU
HELSINGIN
OHIKULKUTIE
PL.LLA 118+69

TILANNE 1.10.1976

SUUNNITELTU
OJAN POHJA



KUVA 5.15 LASKUOJAT KANTATIELLÄ N:O 50
SUUNITELMAN MUKAISET SYVENNYKSET JA
TILANNE 10 VUOTTA MYÖHEMMIN

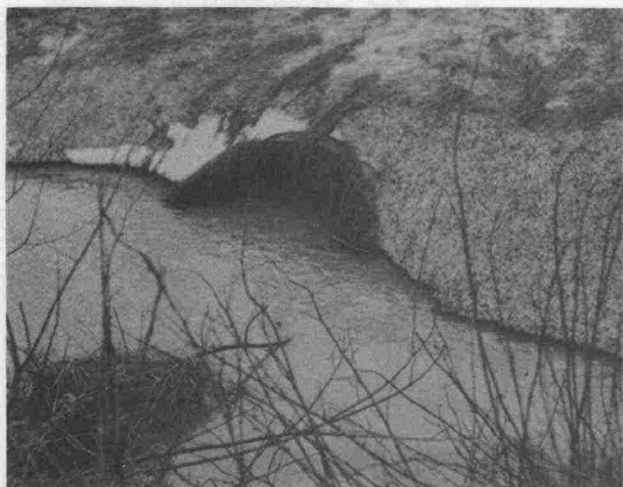
Tarkasteluvälillä on käytetty niskaojaa korkean leikkausluiskan yläpuolella estämään luiskien syöpmistä. Syöpymiä ei ole ollut havaittavissa, mutta luiskat olisivat voineet pysyä kunnossa ilman niskaojiakin, joten suoraa johtopäätöstä niskaojien tarpeellisuudesta ei voida tämän perusteella tehdä.

5.5 Rummut

5.51 Yleistä

Tarkasteluvälillä on seitsemän rumpua ja yksi vesistösilta, joten kohtia, joissa vesi alittaa tien, on keskimäärin 0,5 km:n välein (vaihteluväli 0.2-1,1 km). Tilastollisesti uusilla teillä rumpuja on keskimäärin 0.3-0.7 km:n välein, joten tarkasteluväli edustaa juuri keskiarvoa. Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti rumpuja ja niiden kuntoa.

1. Aaltolevyrumpu Ø 1400 paalulla 118+69 (kuva 5.16). Rummun valuma-alue on 3.9 km² ja se on perustettu pehmeikölle. Pituus on 24.6 m ja vaaittu kaltevuus oli 0.88 % (suunniteltu 0.4 %). Rumpu oli painunut (suunnitelman mukainen korotus keskellä oli 12 cm). Se on mitoitettu ja perustettu maanviljelysinsinööripiirin lausunnon mukaan (liite 3). Rummun kohdalla oleva laskuoja (katso kuva 5.5) on liettynyt entiseen tasoonsa ja kaltevuuteensa (0.4 %) aiheuttaen samalla rummun liettymisen. Lietteen paksuus oli keskimäärin 45 cm ts. rumpu on menettänyt kapasiteetistaan runsaan neljänneksen (27 %).
2. Betoniputkirumpu Ø 800 paalulla 132+40 (kuva 5.17). Rumpu korvaa sivuojan alikulun kohdalla. Valuma-alue on vain 0.02 km². Rummun pituus on 24 m ja vaaittu kaltevuus oli 1.25 %. Rumpu oli liettynyt noin 20 cm. Liettymisellä ei ole kuitenkaan merkitystä rummun kapasiteettiin, koska vesimäärät ovat minimaalisen pienet.
3. Betoniputkirumpu Ø 800 paalulla 135+66 (kuva 5.18). Rummun valuma-alue on 0.28 km² ja se on perustettu kovalle pohjalle. Rummun pituus on 24 m ja vaaittu kaltevuus oli 2 % (suunniteltu 2 %). Rumpu on mitoitettu ja perustettu maanviljelysinsinööripiirin lausunnon mukaan (liite 3). Rumpu oli täysin puhdas lietteestä. Sen renkaat on sidottu liikkumisen estämiseksi terästangoilla.



KUVA 5.16 Aaltolevyrumpu Ø 1400
paalulla 118+69.



KUVA 5.17 Betoniputkirumpu Ø 800
paalulla 132+40.



KUVA 5.18 Betoniputkirumpu Ø 800
paalulla 135+66.



KUVA 5.19 Aaltolevyputkirumpu
Ø 800 paalulla 140+25.



KUVA 5.20 Aaltolevyputkirumpu
Ø 800 paalulla 142+95.



KUVA 5.21 Betoniputkirumpu Ø 800
paalulla 155+36.

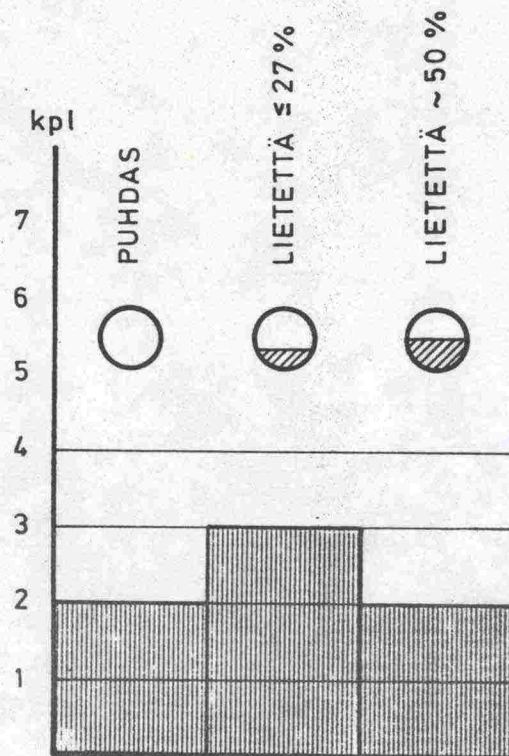
4. Aaltolevyrumpu Ø 800 paalulla 140+25 (kuva 5.19). Rummun valuma-alue on 0.30 km² ja se on perustettu pehmeikölle. Rummun pituus on 26.3 m ja vaaattu kaltevuus oli 1.74 % (suunniteltu 1.31 %). Rumpu on mitoitettu ja perustettu maanviljelysinsinööripiirin lausunnon mukaan (liite 3). Rummun alajuoksun puolella laskuoja on liettynyt entiseen tasoonsa (katso kuva 5.16), mikä on aiheuttanut rummun alapään liettymisen. Lietteen paksuus oli 38 cm (yläpäässä 5 cm) ts. rumpu on menettänyt kapasiteetistaan lähes puolet.
5. Aaltolevyrumpu Ø 800 paalulla 142+95 (kuva 5.20). Rummun valuma-alue on 0.52 km² ja se on perustettu pehmeikölle. Rummun pituus on 25 m ja vaaattu kaltevuus oli 0.48 % (suunniteltu 0.44 %). Rumpu on mitoitettu ja perustettu maanviljelysinsinööripiirin lausunnon mukaan, vaikka mitoitustasperusteet (valuma-alue) ovat muuttuneet, sillä nykyisen rummun lisäksi oli alunperin tarkoitus tehdä toinen rumpu, joka olisi osittain huolehtinut vesistä, jotta nyt joutuvat tähän rumpuun. Rumpu on painunut ja liettynyt. Lietteen paksuus oli noin 35 cm ts. kapasiteetinmenetys on lähes puolet tyhjään rumpuun verrattuna.
6. Betoniputkirumpu Ø 800 paalulla 153+40. Rummun valuma-alue on 0.08 km². Siitä ei ole maanviljelysinsinööripiirin lausuntoa. Rummun pituus on 32 m ja vaaattu kaltevuus oli 0.94 %. Rumpu on perustettu pehmeikölle ja se oli painunut. Rumpu ei ollut liettynyt.
7. Betoniputkirumpu Ø 800 paalulla 155+36 (kuva 5.21). Rummun valuma-alue on 0.06 km². Rummun pituus on 22 m ja vaaattu kaltevuus oli 2.57 %. Rummusta ei ole maanviljelysinsinööripiirin lausuntoa. Rumpu oli liettynyt jonkin verran (15 cm), lisäksi se oli painunut.

Kuvassa 5.22 on esitetty yhteenveto rumpujen ja niiden laskuojien kunnosta.

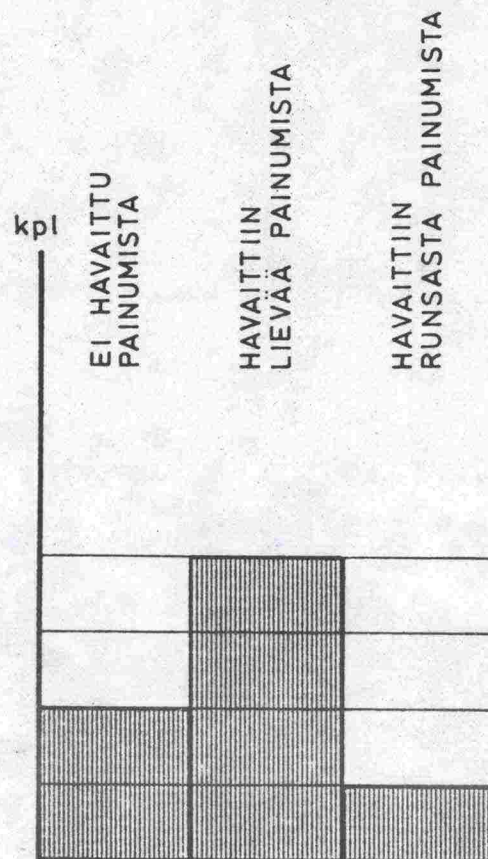
5.52 Rumpujen mitoitus

Maanviljelysinsinööripiirin lausunnoista ilmenee, että varsinaisia mitoitustuloksia ei ole tarvinnut tehdä kuin yhden rummun kohdalla. Muiden osalta on vain todettu, että vesimäärän vähäisyyden vuoksi miniminä pidetty Ø 800 mm:n rumpu on riittävä. Mitoitettavan rummun koon ovat määränneet vesimäärät ja padotuskorkeus, joka on laskettu Tolkmitten (s. 1892) varsin pitkällä ja monimutkaisella kaavalla /23/.

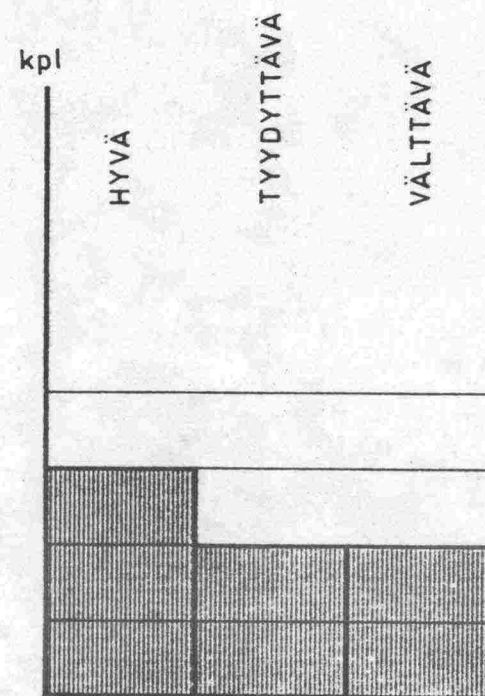
RUMPUJEN LIETTYNEISYYS



RUMPUJEN PAINUMINEN



RUMPUJEN KUNTO



KUVA 5.22 YHTEENVETO KANTATIEEN N:O 50 RUMPUJEN
JA NIIDEN LASKUOJEN KUNNOSTA
(PLV. 117+00 - 157+00)

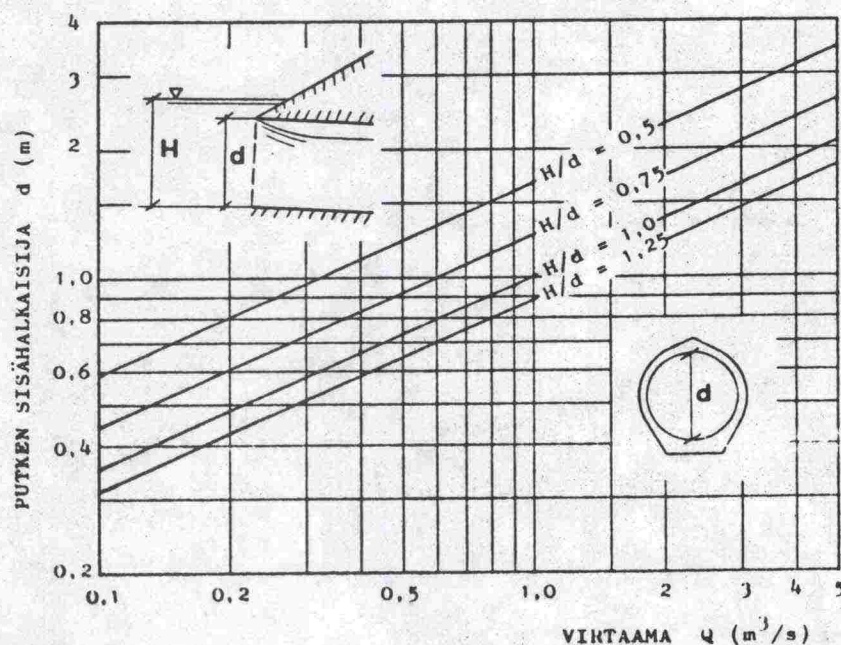
Tulokseksi on 1500 mm:n rummulle saatu 0.12 m:n padotus, joka on voitu sallia ko. olosuhteissa. Vastaavalla padotuksella saadaan myös TVL:n kuivatusohjeiden mukaan rumpukooksi 1400 mm. Näiden kahden määrittystavan lisäksi on olemassa monia muita rummun määrittystapoja. Jotkut niistä perustuvat useisiin muuttujiin kuten padotuskorkeuteen, rummun kaltevuuteen, aukkohäviö- ja korkeuskertoimiin ym. muihin kertoimiin, maan vetovoiman kiihtyvyyteen, hydrauliseen säteeseen ja veden nopeuteen, joka edelleen voidaan laskea eri tavoilla.

Toiset taas perustuvat vain muutamaan muuttujaan, kuten ylivirtaamaan ja veden nopeuteen tai valuma-alueen kokoon ja rummun kaltevuudesta riippuvaan ker-toimeen. Kun edellä mainitun rummun koko määritetään eri tavoilla, saadaan tulokseksi jokin koko 1200 mm:n ja 1400 mm:n välillä; lopullinen valinta riippuu pyöristystavasta. Päädytään siis aina suuruusluokaltaan samankokoiseen rumpuun, riippumatta käytetystä kaavasta.

Jotta kaavat pätisivät, on alkuarvojen oltava oikeat (vrt. kohta 5.2) ja lisäksi on oletettava, että rumpu on puhdas, mitä se ei yleensä ole. Näin ollen käytettäessä teoreettisia laskukaavoja padotuskorkeuksien laskemisessa on otettava huomioon, että väärät alkuarvot tai jo muutaman senttimetrin liete, puhumattakaan rummun kapasiteettia 25-90 % vähentävästä liettymisestä, tekevät laskut turhiksi. Kuitenkin käytännössä yksinomaan teoreettisin perustein laskettujen padotuskorkeuksien perusteella saatetaan vaatia rumpukoon suurentamista silloinkin, kun padotuskorkeudet ovat vain 1-2 cm sallittua arvoa korkeammat.

Havaitun perusteella rummut ovat yleensä ainakin jonkin verran liettyneitä ja vain hyvissä olosuhteissa ne ovat täysin puhtaita. Mitoituksen perusteita olisi siis ehkä syytä tarkistaa. Vesimääriin perustuva rumpukoko voitaisiin mitoittaa esimerkiksi kuvassa 5.23 esitetyn kaltaisella yksinkertaisella nomogrammilla. Lisäksi tarkasteltaisiin rakennettavan rummun perustamiskorkeutta, kaltevuutta, laskuajan kuntoa ja padottumisesta mahdollisesti aiheutuvia haittoja sekä rakennus- ja kunnossapitokustannuksia (vrt. kuva 5.2), ja harkittaisiin näiden tarkastelujen perusteella, onko nomogrammin avulla saatu rumpukoko riittävä. Arvioinnin helpottamiseksi voitaisiin kokemukseen nojautuen laatia luokitus niistä tapauksista, jolloin rumpu pysyy puhtaana, liettyv vähän tai lietty paljon. Kustannusten optimoinnin ja näin tehdyn luokituksen avulla määritettäisiin rummun lopullinen koko.

Esimerkkinä tarkastellaan paalulla 142+95 olevan rummun mitoitusta. Mitoitusasteeksi valitaan kerran viidessä vuodessa toistuva 30 minuuttia kestävä sade. Tällöin kyseisen valuma-alueen ylivirtaamaksi saadaan $0.59 \text{ m}^3/\text{s}$. Kuvassa 5.23 olevaa nomogrammia käyttäen saadaan rumpukooksi $\varnothing 800 \text{ mm}$. Rummun kaltevuudeksi saadaan vain 0.4% , koska maanviljelynsinööripiirin lausunnon mukaan se joudutaan perustamaan 1.4 m alemmaksi kuin rummun yläpuolella olevat alimmat maanpinnat, joten todennäköisesti rumpu liettyy. Todellisuudessa siis tarvitaan suurempi rumpu, jotta kapasiteetti pysyisi suunnitellun mukaisena. Nyt on harkittava aiheutuuko kapasiteetin pienentämisestä haittoja tierungolle tai tien ympäristölle. Jos haitat ovat ilmeiset, valitaan rumpukooksi $\varnothing 1000 \text{ mm}$. Koska tässä tapauksessa yläpuolella oleva maasto on metsämaata, ei keskimäärin kerran viidessä vuodessa tapahtuvasta padotuksesta ilmeisesti ole haittaa, joten voidaan tyytyä pienempään rumpuun.



Kuva 5.23 Pyöreän rumpuputken mitoitaminen virtaaman ja suhteellisen padotuksen funktiona [2/]

Tarkasteluvälillä olevat rummut olisi kaikki voitu korvata yhtä kokoa pienemmällä rummulla vesimäärien puolesta. Sen sijaan kunnossapitotekijät puoltavat olemassa olevia rumpukokoja. Rumpukoon pienentämisen mahdollistaisi useassa tapauksessa rummun korkeus- aseman hienosäätö ja realistinen perustamistason valinta. Tällöin rummun ja laskuojan kaltevuutta voitaisiin lisätä, jolloin rummut pysyisivät puhtaana, kunnossapidolta välttyttäisiin ja rummut voitaisiin mitoittaa todellisten vesimäärien mukaan.

5.53 Rumpujen tarpeellisuus

Tarkasteluvälillä oli rumpujen lyhin välimatka vaajaat 200 m ja keskimääräinen etäisyys 500 m. Ennen on ollut yleisesti vallalla käsitys, että rumpuja on oltava tietyin keskimääräisvälein ja että sivuojan maksimipituus saisi olla vain 300 m vedenjakajalta laskuojaan. Käsitys on perusteeton ja tämän vuoksi onkin usein tehty turhia rumpuja.

Esimerkiksi tarkasteluvälillä paalulla 155+36 olevan rummun tarpeellisuus on kyseenalainen (kts. liite 2). Koska sen yläpuolella oleva liittymä on jätetty ilman rumpua, pääsee muutenkin jo pienen valuma-alueen vesistä vain osa tähän rumpuun.

Rummun tarvetta jokaisessa vesinorossa ja maastopainanteessa on syytä harkita tarkkaan, sillä jokainen ylimääräinen rumpu maksaa n. 7 000 - 9 000 mk. Lisäksi rumpu aiheuttaa melkein aina pieniä muodonmuutoksia tiessä ja vähentämällä rumpuja saatetaan jopa säästää kunnossapitokustannuksia, sekä lisätä ajomukavuutta ja -turvallisuutta.

5.54 Liittymärummut

Tarkasteluvälin liittymissä käytetyt rummut olivat liettyneitä, mutta vesimäärien pienuuden vuoksi ei haittoja ollut havaittavissa.

Yksityisteiden liittymärummut olivat osittain jopa tukossa (kunnossapito ei kuulu TVL:lle), mutta suurempia haittoja ei ollut kuitenkaan havaittavissa ja vain yhdellä sivuojaosuudella vesi seisoi tämän takia. Tästä ei näyttänyt kuitenkaan olevan mitään haittaa.

5.6 Erikoisrakenteet

5.61 Kaiteet

Tarkasteluvälillä on kaidetta kaikkiaan noin 550 m. Syynä kaidetarpeeseen on ollut joko ylikulkusilta tai korkea pengeri. Kaiteiden kohdalla oli havaittavissa seuraavia haittoja:

- luiskasyöpymisiä kaidepylväiden kohdalla (kuva 5.24)
- reunapalle, joka esti kesällä sadevesien ja talvella sulamisvesien pääsyn sivu- ojiin (kuva 5.25). Reunapalle oli syntynyt kesällä hiekasta ja muusta roskasta, talvella lumesta ja jäästä.

Luiskasyöpymiin syynä on paikallisen "uoman" kaventumisesta aiheutuva veden nopeuden kasvu, mikä syövyttää helposti jyrkän 1:1,5 verhoamattoman soraluiskan. Kaidepylväät on edullisempaa asentaa pientareelle kuten nykyisissä normaalipoikkileikkauksissa. Lisäksi luiskat olisi syytä nurmettaa ja mieluummin asfaltin reunaan asti. Pientareen sivu- ja pituuskaltevuuden lisääminen sekä mahdollisesti myös päällysteen ulottaminen kaidepylväisiin saakka voisi vähentää hiekkapalteen syntymistä.

5.62 Kourut

Tarkasteluvälillä on käytetty kourua johtamaan ylimenevän tien sivuojan vedet pitkin jyrkkää luiskaa alimenevän tien sivuojaan. Kuvasta 5.26 ilmenee, että vesien pääsy kouruun on vaikeutunut kasvillisuuden ja heikon yläpään muotoilun takia. Seurauksena on veden valuminen pitkin luiskaa kourun vieressä ja myöhemmin mahdollisesti kourun perustusten syöpyminen, mikä saattaa kourun lopullisesti käyttökelvottomaksi. Kourun yläpään muotoilussa ja veden johtamisessa kouruun tehdään virheitä sangen yleisesti ja tämän seurauksena kouru menettää merkityksensä. Osasyynä tähän on usein se, että vasta rakennusaikana tai myöhemmin selviää veden todellinen kulku ja paikka, missä kourua tarvittaisiin. Tarkasteluvälillä olisi kouru tarvittu lisäksi ainakin yhdessä tapauksessa estämään sillan pään ja keilan syöpyminen. (Kuvat 5.24 ja 5.28). Kourun paikka olisikin valittava vasta rakentamisen aikana tehtyjen sateen jälkeisten havaintojen perusteella. Suunnittelija voisi antaa alustavan paikan, joka tarkistettaisiin rakennusvaiheessa.

Pitkittäiskouruja tarkasteluvälillä ei ollut. Niitä olisi voitu käyttää esim. kohdassa 5.61 mainituissa kaidetapauksessa estämään veden virtaamisen pitkin verhoamatonta eroosioherkkää luiskaa. Kourun sijasta olisi voitu käyttää myös erilaisia reunakorotuksia (kts. 3.22 Norjan normit) päällysteen reunassa.



KUVA 5.24 Luiskasyöpyä kaide-
pylväiden kohdalla



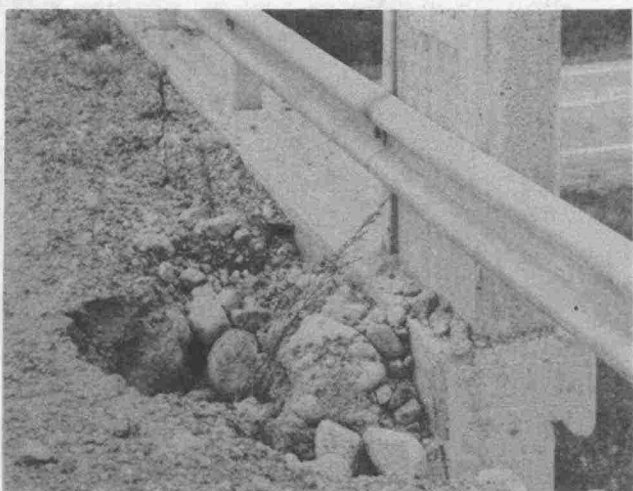
KUVA 5.25 Kaiteen kohdalle jäänyt
lumipalle estää vesien pääsyn sivu-
ojaan



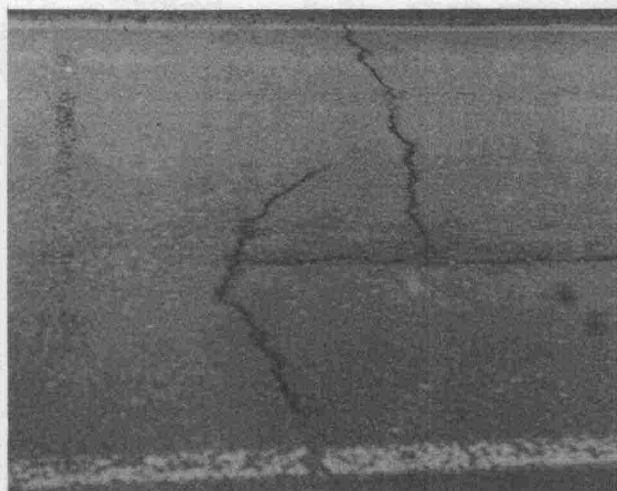
KUVA 5.26 Kasvillisuuden ja hei-
kon yläpään muotoilun vuoksi ve-
sien pääsy kouruun on estynyt



KUVA 5.27 Sillan keila on syöpynyt



KUVA 5.28 Sillan pää on syöpy-
nyt



KUVA 5.29 Rummun routimisesta joh-
tuvaa päällysteen halkeilua

Kourun avulla voitaisiin myös lisätä keinotekoisesti pientareen pituuskaltevuutta kaiteiden kohdalla ja näin vähentää reunapalteen syntymistä ja veden virtaamista pitkin ajoradan reunaa.

5.7 Kunnossapitotarve

Varsinaisia kuivatuksen kunnossapitotöitä ei ole tarvinnut tehdä. Seuraavassa tarkastellaan kohteita, joissa tarvetta on tai tulee olemaan lähiaikoina.

5.71 Ajorata

Päällysteen kunnossa haittaavat kuivatusta eniten yksittäiset painumat ja urat. Nämä voidaan korjata vain uudelleen päällystämisen yhteydessä. Uudelleen päällystäminen olisi syytä suorittaa siten, että urien uudelleen muodostuminen estvisi mahdollisimman hyvin. Tämä on mahdollista ajourien ja painumien korotuksella päällystämisen yhteydessä siten, että levitetään massaa suhteellisesti enemmän ajourien keskelle kuin reunoille. Näin saadaan urien kohdat nousemaan (1-1.5 cm) muuta päällystettä korkeammalle. Tämä helpottaa veden poistumista ja hidastaa uusien ajourien syntyä.

Pientareilla on huolehdittava palteen poistosta riittävän usein, jotta vesien pääsy sivuojiin taataan. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota kaiteen kohtiin, jossa työ on tehtävä käsin lapiotyönä. Uusimmilla teillä, joissa sorapiennar rakennetaan ajoradan kanssa samaan kaltevuuteen, on kunnossapitoväli tiheämpi.

Liittymien kohdalla päällyste kuluu nopeammin varsinkin ajourien leikkauspisteessä ja korotettujen saarekkeiden vieressä, jonne pintavedet jäävät helposti seisomaan pitemmäksi ajaksi. Liittymien kohdat voidaan korjata päällystämällä ne uudelleen tai paikkaamalla esim. valuasfaltilla.

Tarkasteluvälillä oli rummun routimisesta johtuvan päällysteen halkeilua havaittavissa yhden rummun kohdalla (kuva 5.29). Tällaiset halkeamat olisi syytä paikata välittömästi.

5.72 Avouomat

Sivuojen kunto oli tarkasteluvälillä hyvä eivätkä ne kaipaa kunnossapitoa ainakaan lähiaikoina. Kallioleikkauksissa oli eräin kohdin havaittavissa kivinaineksen rapautumista ja kerääntymistä sivuojiin. Myöhemmässä vaiheessa tästä saattaa olla haittaa.

Laskuojat olivat liettyneet entiseen tasoonsa ja kasvillisuus rumpujen päiden kohdalla oli paikoin melko runsasta. Laskuojien siistiminen rumpujen päiden kohdalla saattaisi helpottaa veden virtausta ja hidastaa tai mahdollisesti jopa vähentää muutamien rumpujen liettymistä.

5.73 Rummut

Useimmat rummut olivat liettyneet, mutta tästä ei ollut tarkasteluajankohtana sanottavaa haittaa. Yhden rummun kohdalla liettyminen oli päässyt niin pitkälle, että muutaman vuoden kuluttua se saattaa liettyä lähes umpeen, jos laskuojalle ei tehdä mitään.

Yksityisteiden liittymien rumpujen kunnossapito ei kuulu TVL:lle, mutta ne olisi syytä tarkastaa ja tehdä vastuussa olevalle huomautus tukkeutuneesta rummusta, joita tarkasteluvälilläkin oli.

6
KANTATIEN N:O 51 (JORVAKSEN MOOTTORITIE)
KUIVATUSANALYYSI

6.1 Yleistä

Kantatiellä n:o 51 sijaitseva tarkasteluväli on neljä kilometriä pitkä. Yli puolet tarkasteluvälin pituudesta on pehmeikköalueella ja näin ollen seuraavassa esitetyt kuivatukseen liittyvät seikat käsittelevät suurelta osaltaan juuri tältä pehmeikköosuudelta saatuja kokemuksia. Vaikeudet rakentamisessa ja samoin kuivatuksessa tulevat yleensä esille pehmeiköllä ja siksi on katsottu tarpeelliseksi käsitellä erityisesti pehmeikköosuudella havaittuja ongelmia, jotta niihin vastaisuudessa kiinnitettäisiin entistä enemmän huomiota myös kuivatuksen suunnittelussa.

Tarkasteluväli on aikanaan rakennettu erittäin kiireisesti, osittain jopa siten, että ensin on rakennettu ja vasta jälkeinpäin suunniteltu. Rakennusvaiheessa on jouduttu näin ollen tekemään monia jopa perustavaa laatua olevia ratkaisuja ja muutoksia alustaviin suunnitelmiin. Sivuoja on jouduttu viemäröimään, rumpuja lisäämään, korkeustasoja muuttamaan, laskuoja siirtämään jne. Kun kiireisen suunnittelun ja rakentamisen lisäksi kuivatusolosuhteet ovat olleet erittäin vaikeat pehmeikön ja merenpinnan läheisyyden vuoksi ja rakentamisen jälkeinen kunnossapito vähäistä, on seurauksena nykyisen kuivatusjärjestelmän vajavainen toimiminen.

Tarkasteluvälille laaditut alustavat suunnitelmat poikkeavat suuresti toteutuksesta. Tämä on vaikeuttanut kuivatuslaitteiden paikantamista, mikä on haitannut osittain tarkastelun tekemistä, mutta ennen kaikkea se on haitannut kunnossapitäjää, jolle paikansa pitävät suunnitelmat ovat tarpeelliset kunnossapitotöiden kannalta. Tehdyistä muutoksista ei löydetty piirustuksia ja on hyvin ilmeistä, ettei niistä kaikista ole laadittukaan sellaisia, koska vielä nykyisinkin on muutospiirustusten tekemisessä havaittavissa laiminlyöntejä.

6.2 Mitoitusvirtaamat

Moottorititiellä mitoitusvirtaamien määrittely on tarpeellista sekä rumpujen mitoituksen että keski-kaistan viemäröinnin suunnittelun kannalta.

0.25 km² Selvityksen aikana mitattu
valuma-alueen koko
(0.25 km²) Maanviljelysinsinööriin
lausunnon mukainen rum-
pujen mitoituksessa käytetty
valuma-alueen koko

18 km²

PL 62+00

1.10 km²
(1.17 km²)

0.25 km²

0.40 km²

0.40 km²

0.26 km²

PL 22+00

0.25 km²
(0.25 km²)

RUMPU 38+82

RUMPU 45+04

RUMPU 42+28

RUMPU 36+48

RUMPU 34+82

RUMPU 30+00

RUMPU 24+80

RUMPU 56+20

KUVA 6.1 RUMPUJEN VALUMA-ALUEET
KANTATIELLA N:O 51

Mk 1:10 000

Rumpuja on tarkasteluvälillä kaikkiaan kahdeksan, joista kaksi kaksoisrumpua. Niiden valuma-alueet ovat pieniä, suuruudeltaan 1.1 km^2 - 0.25 km^2 (kuva 6.1), lukuunottamatta Suomenojaa, jonka valuma-alue on yli 18 km^2 . Mitoitusvirtaamat vaihtelevat 200 l/s - 4600 l/s . Suomenojasta ja kahdesta muusta rumpupaikasta on pyydetty maanviljelysinsinööripiirin lausunto. Muut rummut on tiensuunnittelija itse mitoittanut.

Tarkasteluvälillä olevan moottoritien keskikaistan leveys on vain 4.5 m , joten keskikaistalle tuleva vesi joudutaan johtamaan viemäröinnillä pois. Keskikaistalle aurattu lumi sulaa suoraan sille ja kaarrekohdissa vesiä tulee myös ulommaiselta ajoradalta. Valuma-alueen koko yhtä kaivoa kohden vaihtelee välillä 650 - 1200 m^2 kaivovälistä riippuen, joten yhtä kaivoa kohden tuleva maksimivirtaama on 4 - 9 l/s riippuen valittavasta sateen toistumistaajuudesta ja valuma-alueen koosta. Viemäri- ja laskujohtojen mitoitusvirtaamat ovat riippuvaisia siitä, kuinka monen kaivon vedet niihin johdetaan. Tarkasteluvälillä oli kaivoja yhdistetty samaan ketjuun 1 - 5 kpl , joten mitoitusvirtaamat vaihtelevat 4 - 30 l/s .

6.3 Ajoradan pintakuivatus

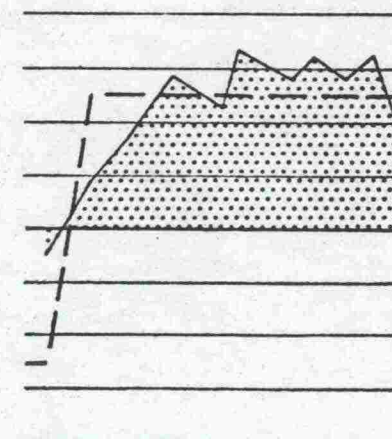
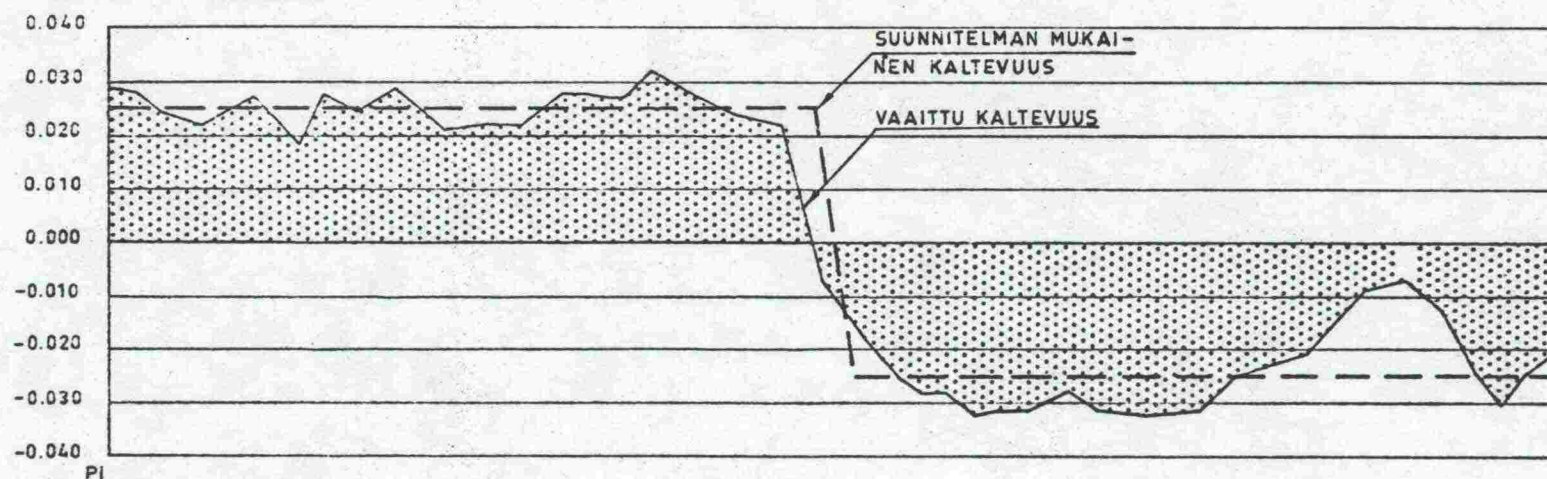
6.31 Ajoradat

Tarkasteluväli sijaitsee suurimmalta osaltaan pehmeiköllä, joten tien pituuskaltevuudet ovat erittäin pienet, 75 prosenttisesti alle 0.65% . Sivukaltevuuksien merkitys muodostuu näin ollen tärkeäksi pintakuivatuksen toimivuuden kannalta. Vaaitut sivukaltevuudet on esitetty kuvassa 6.2. Siitä ilmenee, että sivukaltevuudet noudattelevat melko hyvin suunniteltua, lukuunottamatta vasenta ajorataa plv. 44 - 47 , jossa sivukaltevuudet ovat alle yhden prosentin. Sivukaltevuuden muutoskohta paalulla 36 on myös pitempi kuin suunnitelma edellyttäisi. Tämä on muodostunut haitaksi tehokkaan kuivatuksen kannalta, koska pituuskaltevuus on vain 0.038% , siis paljon alle 0.4% , jota pidetään miniminä sivukaltevuuden muutoskohdassa. Tarkasteluväli on päällystetty uudelleen 1972 . Massa on ollut ilmeisesti hyvin kulutusta kestävä, sillä uraantumista ei ollut havaittavissa kovinkaan suuressa määrin, mutta sen sijaan painumia oli suhteellisen paljon (kuva 6.3), varsinkin pehmeikköosuudella ja rumpujen kohdalla.

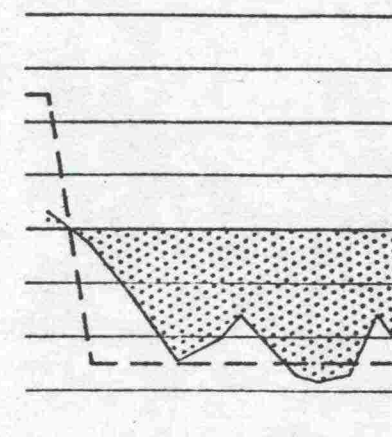
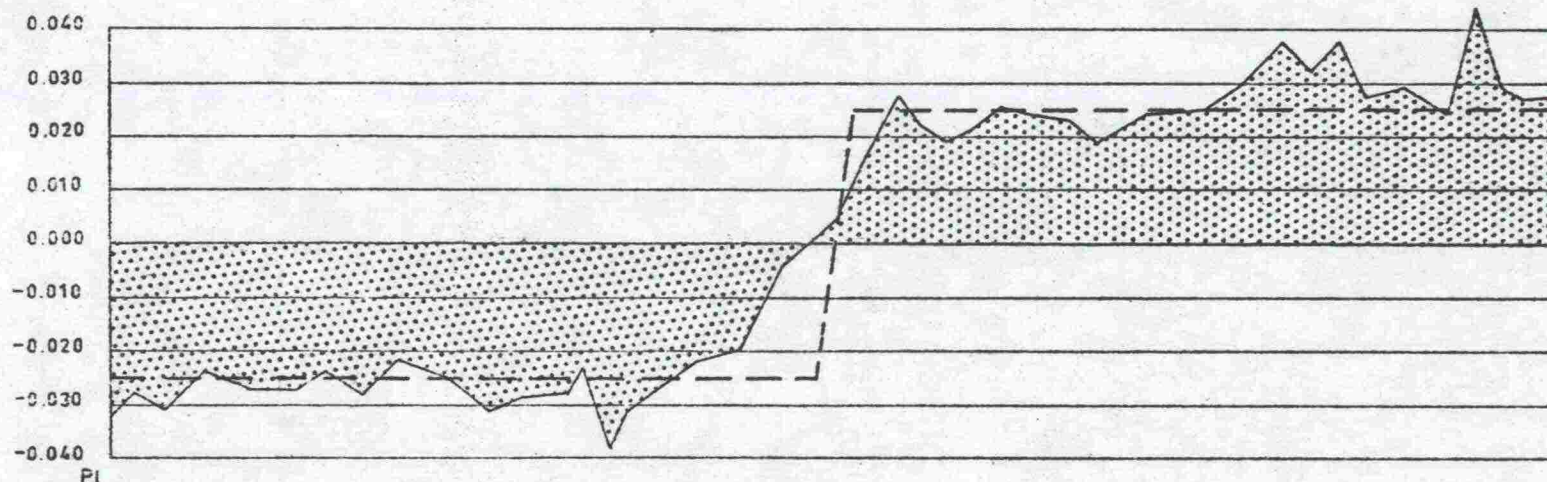
6.32 Pientareet

Jorvaksen moottoritieellä on käytetty 3 metrin päällystettyä piennarta, jonka kaltevuudeksi on suunniteltu 3% .

VASEN AJORATA

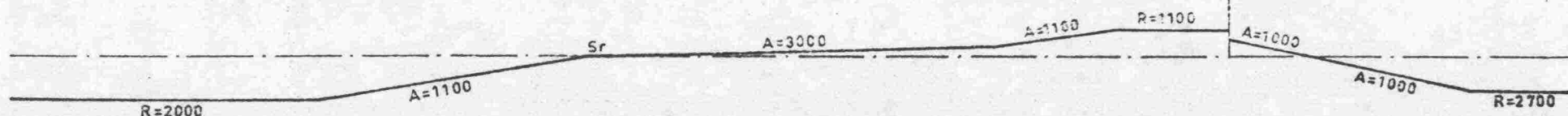


OIKEA AJORATA



23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50

56 57 58 59 60 61 62 63



KUVA 6.2 KANTATIE N:O 51 SIVUKALTEVUUDET PLV. 23+00 - 63+00

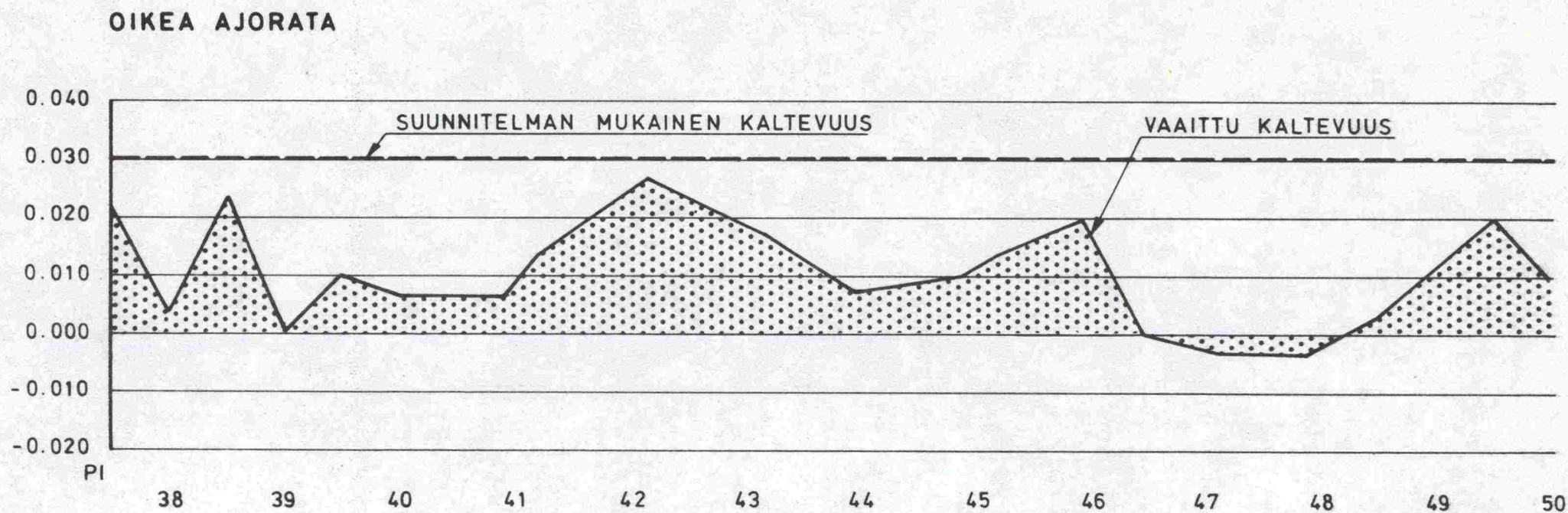
Tarkasteluvälillä vaaitut piennarkaltevuudet vaihtelivat 0 % ja 6.33 % välillä. Ulkokaarteissa piennar oli ajoradan kaltevuuteen nähden vastakkaissuuntainen lukuunottamatta ramppien liittymiskohtia, joissa kapeampi piennar oli rampin ja ajoradan suuntainen. Pehmeikköosuudella, jossa ajorata oli painunut liikenteen vaikutuksesta enemmän kuin piennar, oli seurauksena sisäkaarteissa piennarkaltevuuksien muuttuminen jopa ajoradan kaltevuuteen nähden vastakkaissuuntaiseksi (kuva 6.4) ja kun pituuskaltevuus on näillä kohdin lähes olematon, on vääjäämättömänä seurauksena sateella lammikoiden muodostuminen ajoradan reunaviivan tuntumaan (kuva 6.5). Pääluvällä 46-49 vesilammikko on sateella toisinaan niin laaja, että se pakottaa autoilijat siirtymään osittain toiselle kaistalle.

Ajoradan keskikaistan puoleisella reunalla oleva 25 cm:n sorapiennar yhtyi keskikaistaan eikä muodostanut selvää erillistä piennarta. Paikoin oli havaittavissa keskikaistan reunalle kertyneen hiekan synnyttämä palle, joka häytti vesien esteetöntä pääsyä keskikaistalle. Näin syntyneen palteen poistoa kokeiltiin ensimmäistä kertaa Tarvontielle 1976, koska syntynyt palle esti keväällä sulamisvesien pääsyn keskikaistalle ja piti ajoradan märkänä. Saadut kokemukset seuraavana keväänä olivat niin hyvät, että Espoon tiemestaripiirissä poistettiin tiehöylällä kaikkien moottoriteiden keskikaistan ja pientareiden vähäisetkin palteet keuhalla 1977. Palteen poiston pitäisikin kuulua säännölliseen kunnossapitoon, sillä jo vähäinenkin palle estää keväällä jäisenä (ei sula suolauksesta huolimatta) vesien pääsyn keskikaistalle ja sivuoihin.

6.33 Eritasoliittymät

Tarkasteluvälillä on kaksi eritasoliittymää. Näiden kuivatuksen toimivuudessa ei havaittu erityisiä puutteita. Ne pienet haitat, jotka olivat havaittavissa olivat samantyyppisiä kuin tasoliittymissä. Jyrkkien silmukkaramppien sisäkaarteiden sorapienareet olivat syöpyneet oikaisujen ja veden yhteisvaikutuksesta. Korotettua saarekettä ja sen keväällä aiheuttamaa ongelmaa vastasi eritasoliittymissä ajoradan ja erkanemisrampin väliin jäävä päällystetty kaista, johon kertyneet lumet sulivat keväällä pitäen ajoradan märkänä.

Yleisesti voidaan todeta, että eritasoliittymien kuivatus on helpompi järjestää kuin tasoliittymien, sillä ramppien suuri pituuskaltevuus takaa hyvän pintakuivatuksen ja rampeja alittaville rummuille saada riittävästi kaltevuutta, joten ne pysyvät puhtaina ja toimintakuntoisina.



KUVA 6.4 PIENNARKALTEVUUKSIA KANTATIELLÄ N:O 51
PLV. 38+00 - 50+00

6.34 Veden vaikutus päällysteen kulumiseen

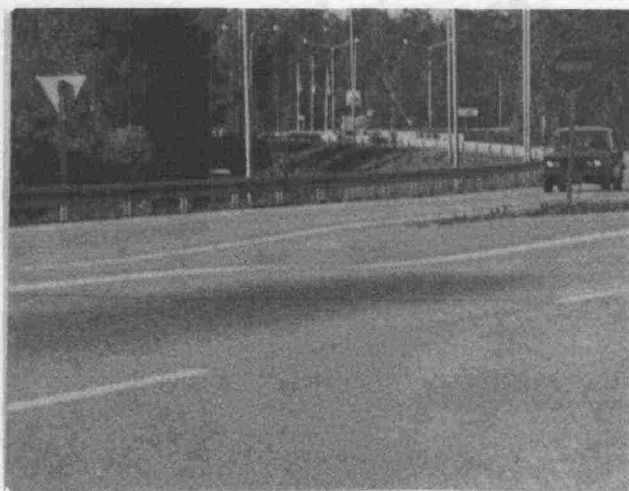
Nastarenkaiden vaikutus päällysteiden kulumiseen on ollut ennakoitua suurempaa. Tämän vuoksi on viime vuosina nastarenkaiden kuluttavaa vaikutusta tutkittu moneen otteeseen. Tutkimuksissa on tarkasteltu myös veden ja nastarenkaiden yhteisvaikutusta kulumiseen. Näissä todettiin mm. että asfaltti ei menetä lujuusominaisuuksiaan veden vaikutuksesta, mutta veden ja nastarenkaiden yhteisvaikutus päällysteen kulumiseen on huomattavan suuri. Nastarenkaat rikkovat kivirakeita ympäröivän bitumikalvon, jolloin vesi pääsee tunkeutumaan kivirakeiden kautta kiviaineksen ja sideaineen väliin. Tämän seurauksena sideaine menettää sitovia ominaisuuksiaan ja päällyste murtuu helpommin nastarengaskulutuksen vaikutuksesta ja lisäksi, kun vesi jäätyy päällysteessä, se edistää myös laajetessaan tien pinnan murtumista.

Laboratorio-olosuhteissa märän tien kulumisen oli 50 % nopeampaa kuin kuivan tien. Kuitenkin käytännössä niissä kohdissa, joissa vesi seisoo päällysteillä pinnalla eikä valu siitä heti pois, on kulumisen moninkertaista kuivaan tiehen verrattuna. Teoreettisesti laskien voidaan todeta, että jos tien pinta on 20 % ajasta märkä ja loput 80 % kuiva, niin märällä tiellä tapahtuu päällysteen kulumista yhtä paljon kuin kuivana ajanjaksona, jos oletetaan, että märän tien kulumisen on nelinkertainen kuivaan tiehen verrattuna. Arvio on ilmeisesti liian varovainen. Ajoradan tehokkaalla kuivatuksella voidaan hidastaa osaltaan päällysteen kulumista ainakin niin kauan kun nastarenkaat ovat Suomessa käytössä /24/25/.

6.4 Avouomat ja niiden riittävyys

6.41 Sivuojat

Sivuojen syvyys on määräytynyt päällysrakenteen lisäksi myös keskikaistan viemäröinnin laskujohtojen perusteella. Sivuojen tehtävänä on ollut yhdessä keskikaistan salaojan kanssa alentaa pohjaveden pintaa, jottei se ulottuisi rakennekerroksiin. Tässä ei kuitenkaan ole täysin onnistuttu, vaan pohjavesi on noussut pehmeiköllä yli ojan pohjan ja ilmeisesti myös alimpiin rakennekerroksiin. Tästä ei kuitenkaan ollut suurempaa haittaa tien rakenteelle. Mahdollisesti siitä on ollut jopa hyötyä, sillä routa ei tunkeudu alaosaan vedellä kyllästetyn eristyskerroksen läpi niin syvälle kuin kuivatetun eristyskerroksen läpi ja leutoina talvina se estää kokonaan roudan tunkeutumisen tiepenkereeseen. Esimerkiksi rautateillä ei vaaditakaan radan rakennekerroksiin kuuluvan eristyskerroksen kuivatamista juuri edellä mainituista syistä.



KUVA 6.3 Rummun kohdalla (pl. 30 +00) on tiessä havaittavissa selvä painuma.



KUVA 6.5 Painumien ja piennarkaltevuuksien vähentymisen yhteisvaikutuksesta muodostuu sateen aikana lammi-koita reunaviivan tuntumaan.



KUVA 6.6 Esimerkki sivuojasta, jonka kaltevuus on 2 %. Vesi virtasi hyvin huolimatta ruohomättäistä.



KUVA 6.7 Viemäröity sivuoja tukkeutunut kokonaan.



KUVA 6.8 Huonosti vetävä laskuoja kulkee omakotialueen läpi. Vesien mukana kulkeutuvat jätteet kerääntyvät ojien varsille aiheuttaen kesällä epämiellyttävän hajun.



KUVA 6.9 Laskuojana toimiva sivuoja on liettynyt umpeen.

Sen sijaan korkeasta pohjavedestä on ollut haittaa rakennusvaiheessa, kun on yritetty kaivaa syviä sivuojia, sillä ilmeisesti juuri pohjaveden takia ne eivät ole pysyneet eräin kohdin auki, vaan ne on jouduttu viemäröimään.

Pehmeikköalueen ulkopuolella sivuojat olivat hyvässä kunnossa ja niiden kaltevuus oli riittävä. Kuvasa 6.6 on esimerkki sivuojasta, jonka kaltevuus on noin 2 %. Vesi virtasi siinä hyvin huolimatta ruohomättäistä ojan pohjalla. Sivuoja oli viemäröity myös yhden ahtaan kalliroleikkauksen kohdalla, mutta viemäri oli tukkeutunut ilmeisesti aikoja sitten, koska toista päätä ei löydetty (kuva 6.7). Vesimäärien pienuuden takia tästä ei kuitenkaan näkynyt olevan minkäänlaista haittaa.

6.42 Laskuojat

Laskuojien kohdalla rakennusaikana huolimattomasti tehty alajuoksun perkaus ja myöhemmin laskuojan kunnossapidon laiminlyöminen ei yleensä haittaa tien käyttäjää ja tierakennetta, mutta kylläkin tieympäristöä. Sillä on vaikutusta ympäristöalueiden kuivatukseen ja taajama-alueilla laskuojan varrella asuvien viihtyisyyteen. Esimerkiksi tarkasteluvälillä tällainen huonosti hoidettu laskuoja kulkee omakotitaloalueen läpi (kuva 6.8). Seurauksena huonosta virtauksesta vesi seisoo alueen ojissa ja sen mukana kulkeutuneet jätteet kerääntyvät ojien varsille aiheuttan kesällä epämiellyttävän hajun.

Laskuojajärjestelyt ovat, kuten edellä mainitusta esimerkistä voidaan huomata, olleet tarkasteluvälillä vaikeat. Ojiin ei ole saatu juuri minkäänlaista laskua meren pinnan läheisyyden vuoksi. Vesiä on kuljetettu pitkin sivuojia edestakaisin useampaan kertaan tien toiselta puolelta toiselle puolelle. Tämä on pidentänyt veden virtaamismatkaa ja entisestään vaikeuttanut kaltevuuksien järjestelvjä. Seurauksena on ollutkin sivuojien liettyminen ja tämän "ketjun" katkeaminen. Siis alunperin mereen tarkoitettut vedet eivät ole koskaan päässeet sinne vaan ovat jääneet matkalle (kuva 6.9).

Laskuojien heikko kunto on vaikuttanut koko kalliin kuivatusjärjestelmän rappeutumiseen. Rummut ovat liettyneet, viemäröintilaitteet toimivat vajavaisesti tai ovat kokonaan tukossa jne.

6.43 Keskikaista

Tarkasteluvälillä keskikaistan leveys on 4.5 m. Luiskien kaltevuus vaihteli välillä 1:6 - 1:7.5 ja syvyys 30-40 cm.

Osuuksilla, joissa tasausviiva oli lähes vaakasuora, oli keskikaistan kaltevuus vain muutaman promillen vaihdellen 0-0,4 %. Vedenjohto-ominaisuudet olivat näin ollen suhteellisen huonot, koska pienten kaltevuuksien lisäksi keskikaistalla kasva-va ruoho ja sille kerääntynyt hiekoitushiekka ja muu roska tekivät keskisaran pohjan erittäin epätasaiseksi. Tämän seurauksena vesi joutui olemaan kauan ojassa ennen kaivoon joutumista. Tällöin siitä ehtii osa imeytyä tierunkoon, ellei alla oleva ver-hous ole riittävän tiivis. Kaltevuutta oli yritet-ty lisätä jonkin verran luiskakaltevuuksia muutta-malla, mutta sen vaikutukset olivat suhteellisen vä-häiset johtuen ojan pohjalle kertyvän aineksen tasaa-vasta vaikutuksesta. Siellä, missä kaltevuus oli yli 1 %, vesi virtasi hyvin. Keskikaistan maksimi-kaltevuus oli vain 2.6 %, joten syöpymistä ei ollut havaittavissa.

6.5

Rummut

Tarkasteluvälillä on kaikkiaan kahdeksan rumpua, jo-ten niitä on keskimäärin 0.5 km:n välein. Näistä kolme rumpua on rakennettu pääasiassa kuljettamaan laskuojana toimivien sivuojien vesiä sivuojasta toi-seen. Kolmesta rumpupaikasta on maanviljelysinsinöö-ripiirin lausunnot, joiden mukaan ne on mitoitettu. Rumpujen minimikokona on pidetty kunnossapitosyistä Ø 1000 mm. Seuraavassa on kuvaus jokaisesta rummus-ta ja sen kunnosta:

1. Betonirumpu Ø 1000 paalulla 24+80 (kuva 2, 6.10). Valuma-alueen koko on vain 0.4 km², joten rummun koko ei ole määräytynyt ve-simäärien mukaan, vaan yllämainitun minimi-koon mukaan. Sen pituus on 36 m ja vaait-tu kaltevuus oli 0.61 %. Rumpu oli lietty-nyt ja menettänyt näin kapasiteetistaan noin 30 %. Tällä ei ole kuitenkaan merki-tystä vesimäärien pienuuden vuoksi.
2. Betoniputkirumpu Ø 1000 paalulla 30+00 (kuva 6.11). Rummun valuma-alue on 0.26 km². Sen pituus on 42 m ja vaaittu kaltevuus oli 0.93 %. Rumpu on perustettu pehmeikölle ja se oli painunut jopa niin paljon, että painumat näkyivät selvästi ajoradassa. Rummun laskuojan kaltevuus on alle puolen prosenttia ja veden virtaus on hyvin hidas-ta. Rumpu on liettynyt 60 cm alapäästään ja menettänyt näin kapasiteetistaan yli 50 %. Rummun yläpäässä on jo rakennusai-kana sinne kulkeutunutta karkeampaa materi-aalia, jota ei ole poistettu tien valmis-tuttua ts. rummun täyttyminen on alkanut jo rakentamisen aikana.

3. Betoniputkirumpu \varnothing 400 paalulla 34+82. Rumpu on ilmeisesti rakennettu huolehti-
maan rakennusaikaisesta kuivatuksesta. Nykyisin se on lähes tukossa.
4. Aaltölevyputkirumpu \varnothing 1200 paalulla 36+
48 (kuva 6.12). Rummun valuma-alue on
0.4 km². Se on perustettu pehmeikölle,
joten se on painunut huolimatta ennako-
korotuksesta. Rummun pituus on 38 m ja
vaaittu kaltevuus oli 0.55 %. Laskuojan
(sivuoja) kaltevuus on vain muutaman pro-
millen, joten veden virtaus on hidasta.
Rummun alapäässä oli runsaasti kasvilli-
suutta ja se oli liettynyt 35 cm. Nykyi-
nen rumpuaukko riittää kuitenkin vielä,
koska vesimäärät ovat pieniä.
5. Betoniputkirummut, 2 kpl \varnothing 1000 paalulla
38+82 (kuva 6.13). Rumpujen varsinainen
valuma-alue on vain 0.25 km², mutta niihin
johdetaan myös edellisen rummun kautta
tulleet vedet, joten rumpujen valuma-alue
on kaikkiaan 0.65 km². Tätä ei ole otet-
tu huomioon maanviljelysinsinööripiirin
lausunnossa (liite 4), vaan rumpu on mi-
toitettu varsinaisen valuma-alueen mukaan.
Rumpuja on kuitenkin suurennettu lausun-
non suosittamasta \varnothing 800 mm:n koosta. Rum-
pujen pituus on 46 m ja vaaittu kaltevuus
oli 1.26 %. Rummut päättyvät isoon kai-
voon, josta vedet virtaavat edelleen vie-
märöityyn laskuojaan. Viemärinä toimii
halkaisijaltaan \varnothing 1400 mm:n aaltölevyrumpu,
jonka pituus on 65 m. Se päättyy lasku-
ojaan (sivuoja), joka on mennyt umpeen si-
ten, että laskuojan pohja on korkeammalla
kuin rummun laki. Ts. vesien kulku on päät-
tynyt viemärin päähän (kuva 6.8).
6. Aaltölevyputkirumpu \varnothing 1400 paalulla 42+28
(kuva 6.14). Rummun varsinainen valuma-
alue on 1.1 km², mutta lisäksi siihen oli
tarkoitus johtaa myös edellisten rumpujen 4
ja 5 kautta tulevat vedet, joten rummun
mitoituksessa huomioon otettavan valuma-
alueen koko on 1.85 km². Rummun pituus on
36 m ja vaaittu kaltevuus oli 0.22 %. Sen
laskuoja laskee mereen. Merenpinnan lähei-
syyden takia ei laskuojaan ole saatu riit-
tävää kaltevuutta, minkä takia vesien vir-
taus on hidasta.



KUVA 6.10 Betoniputkirumpu
Ø 1000 paalulla 24+80.



KUVA 6.11 Betoniputkirumpu Ø 1000
paalulla 30+00



KUVA 6.12 Aaltolevyputkirumpu
Ø 1200 paalulla 36+48.



KUVA 6.13 Betoniputkirummut, 2 kpl
Ø 1000 paalulla 38+82.



KUVA 6.14 Aaltolevyputkirummut
Ø 1400 paalulla 42+28.



KUVA 6.15 Viemäröidyn sivuojan
betoniputki Ø 500 on liettynyt ja
alapää on noussut siten, että vie-
märi on nykyisin vaakatasossa.

Tästä on seurauksena rummun alapään liet-
tyminen. Ko. rummun kapasiteetti on vä-
hentynyt liettymisen ja runsaan sarahei-
nän vuoksi puoleen siitä, mitä puhtaan
rummun kapasiteetti olisi ollut. Tästä
on seurauksena keväisin ja suurempien
rankkasateiden aikana rumpuaukon riittä-
mättömyys.

7. Aaltolevyputkirumpu Ø 1000 paalulla 45+
04 (kuva 6.15). Rummun valuma-alue on
vain 0.25 km², joten vesimääriin nähden
rumpu on liian suuri. Sen pituus on 42 m
ja vaaittu kaltevuus oli 1.00 %. Se päät-
tyy kaivoon, josta vedet virtaavat edel-
leen viemäröityyn sivuojaan. Viemärinä
toimii läpimitaltaan Ø 500 mm:n betoniputki,
jonka pituus on 56 m. Viemäri on noussut
ilmeisesti pohjaveden, roudan ja maan plas-
tisen muodonmuutoksen yhteisvaikutuksesta
ja se on nykyään täysin vaakasuorassa
(kuva 6.15), jolloin virtausta ei juurikaan
tapahdu.
8. Suomenojan aaltolevyputkirummut 2 kpl
2290x1660 mm paalulla 56+20. Rumpujen va-
luma-alue on yli 18 km². Ne on mitoitet-
tu maanviljelysinsinööripiirin lausunnon
mukaan. Ne toimivat hyvin ja niiden koko
oli riittävä.

Kuvassa 6.16 on esitetty yhteenveto rumpujen ja las-
kuojien kunnosta.

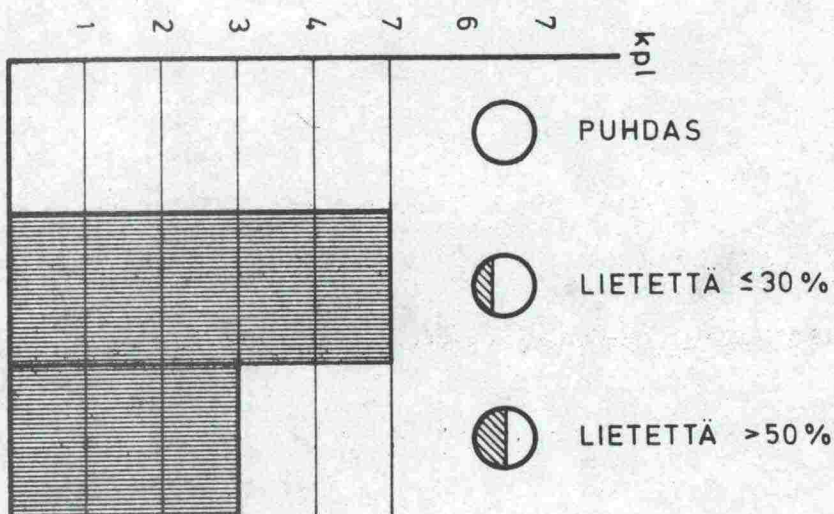
Kuten edellä mainituista kuvauksista voidaan huomata,
tarkasteluvälin rummut ovat heikossa kunnossa. Syy-
nä tähän ovat lähinnä seuraavat tekijät:

- vesiä on tarpeettomasti kuljetettu pitkin
sivuoja
- laskuojissa on liian pienet kaltevuudet
- rummut on perustettu liian syvälle
- rumpuja ei ole puhdistettu rakentamisen
jälkeen

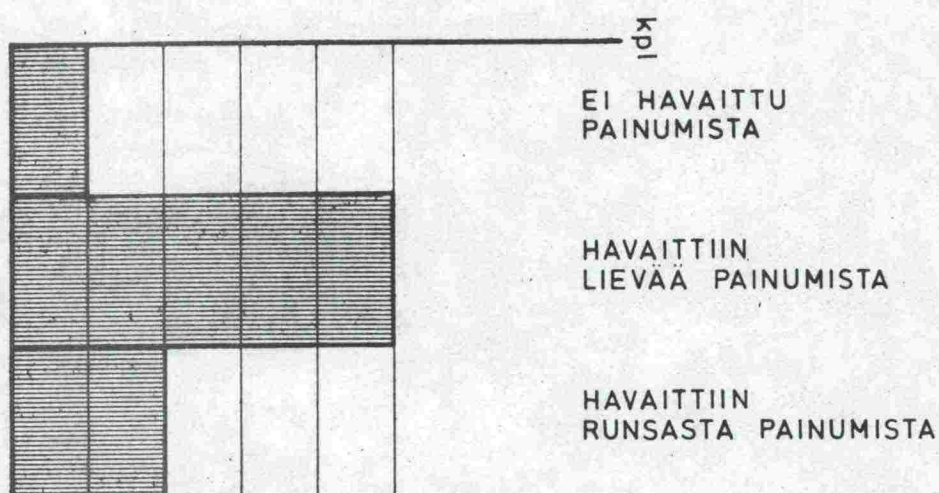
6.6 Keskikaistan sadevesiviemäröinti

Tarkasteluvälillä keskikaistalle tulevat vedet on
suunniteltu johdettavaksi pois viemäröinnin avulla.

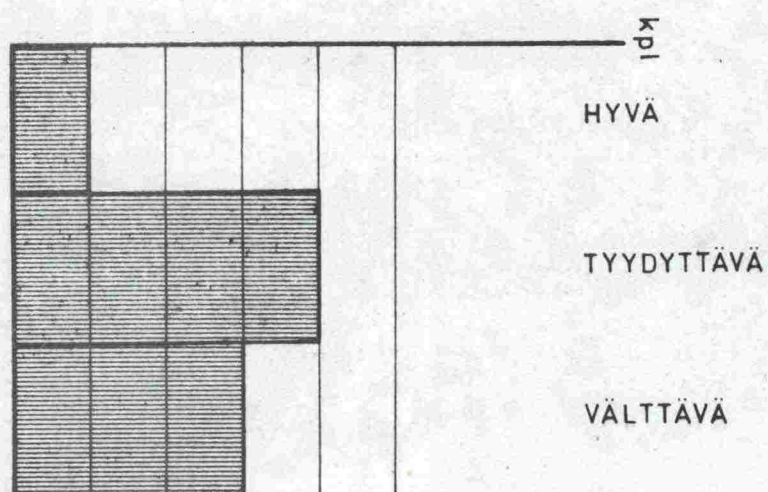
RUMPUJEN LIETTUNEISYYS



RUMPUJEN PAINUMINEN



RUMPUJEN KUNTO



KUVA 6.16 YHTEENVETO KANTATIEEN N:O 51 RUMPUJEN JA NIIDEN LASKUOJEN KUNNOSTA (PLV. 22+00 - 62+00)

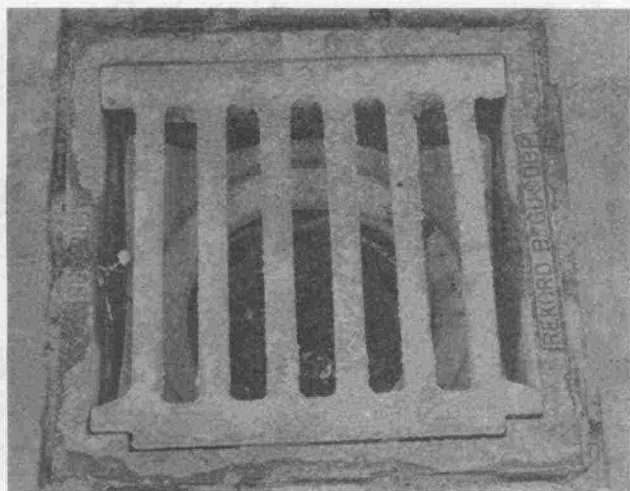
Tämän vuoksi keskikaistalle on rakennettu sadevesikaivoja 45-90 m:n välein. Kaivot on yhdistetty \varnothing 300 mm:n betoniputkilla ja viemäristöön kertynyt vesi on johdettu \varnothing 400 mm:n laskujohtoja myöten sivuojaan. Seuraavassa käsitellään kutakin viemäröintijärjestelmään kuuluvaa osaa erikseen.

6.61 Kaivot ja kaivon kannet

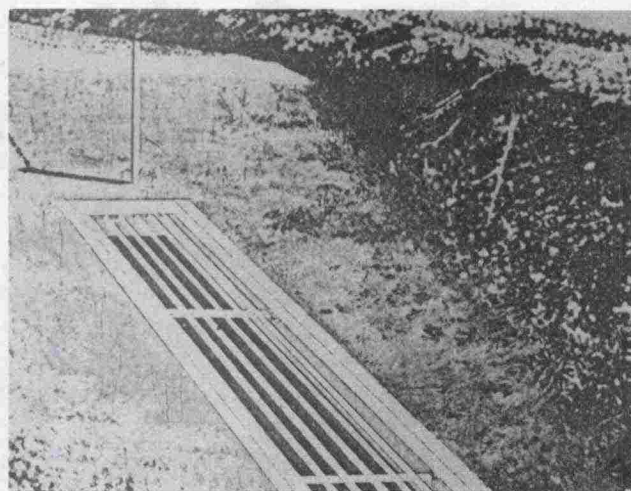
Kaivon tehtävänä on koota keskikaistalle joutuva vesi ja toimia keskikaistalta kertyvän soran ja lietteen kokoojana. Kaivojen keskinäinen etäisyys riippuu maan kaltevuussuhteista, valuma-alueen koosta, laskujohtojen sijoituksesta, siltojen ja alikulkutunnelien sijainnista, puhdistuksen ja tarkastuksen suorittamisesta sekä kaivon kansien vedenottokyvystä. Kaivojen koko määrytyy kaivon liitettävien putkien lukumäärän, koon sekä tarvittavien puhdistus- ja hoitotoimenpiteiden mukaan. Tarkasteluvälillä kaivoväli vaihtelee 45-90 m. Kaivokokona on käytetty läpimitaltaan \varnothing 1000 mm:n renkaita. Kaivot olivat hyvässä kunnossa lukuunottamatta muutamaa kaivoa, jotka olivat liikkuneet tien painumisen vuoksi.

Kaivoissa oleva lietteen ja hiekan määrä oli suhteellisen vähäinen, keskimäärin alle puolet lietepesästä oli täynnä. Hiekoitushiekan kerääntyminen on ilmeisesti suhteellisen vähäistä, koska keskikaistaojan kaltevuudet ovat pieniä ja vesi saavuttaa vain harvoin sellaisen nopeuden, että se jaksaisi kuljettaa mukanaan hiekkaa, toisaalta kunnossapitäjä on myös tyhjentänyt kaivojen lietepesiä.

Kaivojen välimatkaa rajoittaa mm. kaivojen kansien vedenottokyky. Nykyistä siiviläkantista kaivoa kohti saa tulla enintään 500-800 m² päällystettä, ts. maksimivirtaama saa olla korkeintaan 9 l/s kaivoa kohden. Kaivon kansien vedenottokyvyn lisäämiseksi olisi syytä harkita siirtymistä huomattavasti väljemmin reijitettyihin kaivonkansiin. Esimerkiksi USA:ssa ja Saksan Liittotasavallassa on yleisesti käytössä väljemmät kaivon kannet (kuvat 6.17 ja 6.18). Se, että kaivon kannet ovat riittävän väljät, ei yksin takaa vesien esteetöntä pääsyä kaivoihin. Esimerkiksi tarkasteluvälillä useiden kaivojen kannet olivat peittyneet ruohon ja keskikaistalle kertyneen roskan ja hiekan alle (kuvat 6.19 ja 6.20). (Nykyisin verhoilua käytetään estämään veden syövyttävää vaikutusta.) Toiseksi kaivon kansi voidaan muotoilla siten, että se estää ruohottumisen. Esimerkkejä tällaisista korotetuista kaivon kansista on kuvassa 3.4. Korotettujen kaivon kansien haittapuolena on niiden liikenneturvallisuutta alentava vaikutus, ja niiden käyttöä voitaisiin suositella lähinnä sellaisilla keskikaistoilla, jotka on varustettu kaiteilla.



KUVA 6.17 Saksan Liittotasavallassa käytetty kaivon kansi.



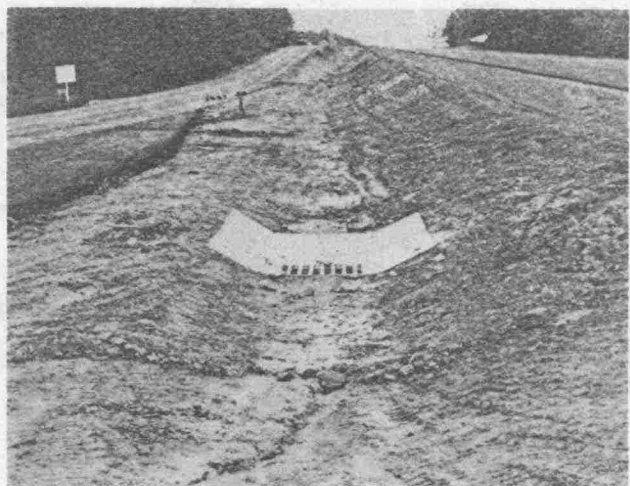
KUVA 6.18 USA:ssa käytetty kaivon kansi.



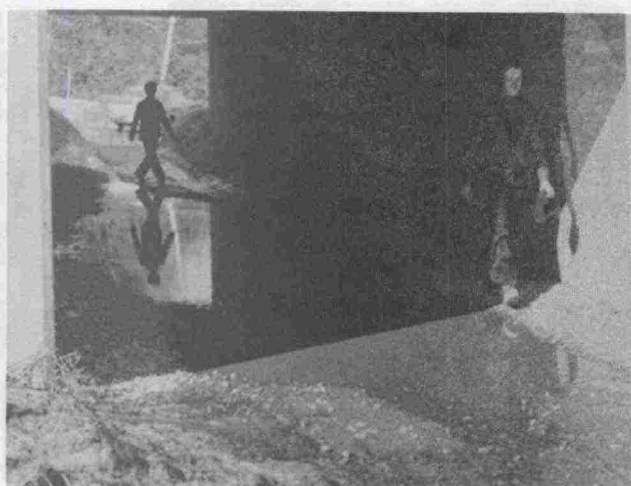
KUVA 6.19 Keskikaistan kaivonkansi peittynyt lähes kokonaan ruohon alle.



KUVA 6.20 Kaivon kansi oli peittynyt keskikaistalle kertyneen aineksen alle.



KUVA 6.21 Elementtikaulus estää ruohottumisen.



KUVA 6.22 Alikulkukäytävä paalulla 65+92.

Tarkasteluvälillä oli lisäksi havaittavissa, että keskikaistan istutusten kohdalla kaivojen kannet olivat keskimäärin puhtaampia.

6.62 Pintavesijohdot

Kaivoihin kerääntyneet vedet johdetaan joko suoraan laskujohdolla sivuojaan tai toiseen kaivoon. Yleensä pyritään siellä, missä pituuskaltevuudet sallivat, yhdistämään useampia kaivoja, jotta välttyttiin rakentamasta laskujohtoja turhan tiheään, koska ajoradan alittavasti johdosta aiheutuu lisäkustannuksia ja haittaa tierakenteelle.

Tarkasteluvälillä oli kaivoja yhdistetty samaan ketjuun 1-5 kpl. Pehmeikköosuudella oli lähes jokaisesta kaivosta oma laskujohtonsa. Viemärijohtojen kaltevuudet vaihtelivat 0.2-2.5 %. Sadevesiviemäreissä veden nopeuden olisi ylitettävä pienelläkin täyttöasteella ainakin kerran vuorokaudessa 0.6 m/s, jotta putki olisi itsepuhdistuva. On selvää, etteivät keskikaistan viemärit voi koskaan täysin täyttää tätä vaatimusta, sillä suurimman osan ajasta ne ovat kokonaan kuivia. Toisaalta niiden kaltevuudet eivät läheskään aina täytä em. ehdon vaatimuksia, sillä esim. tarkasteluvälin viemäreiltä, jotka ovat halkaisijaltaan 300 mm, edellytettäisiin 30 % täyttöasteella 0.55 % kaltevuutta. Tätä 30 % täyttöastetta tuskin saavutetaan kovin usein; ilmeisesti se saavutetaan vain runsaiden sateiden ja kevätsulamisen aikana, jolloin tarkasteluvälilläkin oli havaittavissa normaalia suurempaa veden virtaamista keskikaistan viemäristössä.

Itsestäänpuhdistumisehto on luultavasti turhan tiukka keskikaistan viemärintiä ajatellen, ja vaikka liettymistä esiintyykin jonkin verran, on liettymisaste kuitenkin sen verran alhainen, ettei siitä ole haittaa. Maksiminopeutena pidetään betoniputkilla noin 3-4 m/s, mikä käsitys on peräisin ajalta, jolloin betoniputkien laatu oli nykyistä huomattavasti huonompi. Nykyisin sallitaan jo esim. Ruotsin viemärinormeissa betoniputkille 8 m/s /30/ ja Neuvostoliitossa 7 m/s /31/. Näin ollen voidaan sanoa, että käytännössä ei ole enää olemassa ylärajaa betoniputkien maksimikaltevuudelle, ainakaan tienrakennuksessa, jossa putkissa kulkevat vesimäärät ovat vain noin 1/50-1/100 siitä, mitä esim. Helsingin kaupungin jätevesiviemäreissä.

Laskujohtojen kunto oli huolestuttavan huono ainakin tarkasteluvälillä. Seuraavassa muutamia lukuja: neljä laskujohtoa 17:sta oli täysin tukossa tai niistä ei löydetty pitkänkään etsimisen jälkeen. Kahdeksan johtoa 17:sta oli liettynyt runsaasti ja vain viisi 17:sta oli vähän liettynyttä tai kokonaan puhdaita.

Tämän lisäksi laskujohtojen kaltevuudet olivat yleensä pieniä varsinkin pehmeikköosuudella, jossa painumien seurauksena kahden laskujohdon kaltevuus oli jopa kääntynyt siten, että laskusuunta oli kohti kaivoa.

Laskujohtojen huonon kunnan ja ilmeisesti myös korkean pohjaveden vuoksi pehmeikköosuuksilla keskikaistan kaivoissa oli vettä usein yli laskujohdon laen ja milloin laskujohto toimi, se toimi sukelusviemäriperiaatteella.

Laskujohtojen tukkeutumisen syynä oli lähinnä se, että niiden päät olivat aivan liian lähellä ojan pohjaa. Pehmeikköosuudella, missä oja liettyy, se tukkii samalla laskujohdot. Tähän auttaa vain laskujohtojen nostaminen ylemmäksi lähemmäksi rakenerroksia esim. kerrosten alarajaan tai eristyskerrokseen, jolloin sille saadaan riittävä kaltevuus ja alapää korkeammalle. Nykyinen syvyys 1.40-1.50 m putken laesta mitattuna on turhan syvä, varsinkin kun laskujohdossa ei ole vettä talvisin. Esteenä on lähinnä keskikaistan salaoja. Salaojaa ei kuitenkaan tarvita penkerosuuksilla, joten pehmeiköllä, jossa liettymistä esiintyy on em. järjestely mahdollista. Toisaalta leikkausosuuksillakin voitaisiin entistä useammin harkita keskikaistan salaojasta luopumista ja siirtymistä tien reunojen salaojitukseen. Etuna on se, että voitaisiin käyttää matalia sivuojia ja hyvän laskun omaavilla keskikaistoilla ehkä pelkkää keskikaistaojaa, jonka vedet johdettaisiin 200-300 m välein olevien harvasihtisten kansin varustettuihin kaivoihin, joista edelleen tien ali. Saavutettu säästö olisi huomattava.

6.7 Erikoisrakenteet

6.71 Alikulkukäytävät

Hiukan tarkasteluvälin ulkopuolella (pl. 65+92) on jalankulkua varten rakennettu alikulkukäytävä (kuva 6.22). Kuten keväällä otetusta kuvasta voidaan havaita, on alikulkukäytävän kuivatus usein vaikeasti hoidettavissa. Ongelmana on yleensä riittävien kaltevuuksien aikaansaaminen vesien johtamiseksi laskuojaan. Kyseisestä alikulkukäytävästä ei ollut käytettävissä suunnitelmia, mutta maastossa tehtyjen havaintojen perusteella kuivatus oli yritetty järjestää ilman viemäröintijärjestelmää. Viemäröinnin järjestäminen onkin monesti hankalaa, koska laskuputkia ei saada riittävän syvälle ja riittävän kalteviksi, varsinkaan matalien penkereiden kohdalla ilman kohtuutonta sivuojan ja laskuojan syventämistä.

6.8 Kunnossapitotarve

6.81 Ajourata

Ajourata ei ollut uraantunut kovin paljon, mutta sen sijaan painumia oli suhteellisen paljon. Olisi hyvä, jos voitaisiin jo tietä suunniteltaessa ja rakennettaessa ennakoida tuleva painuminen, jolloin tietä uudelleenpäällystettäessä selvittäisiin pienemmin tasausmassamäärin. Painumat olisi otettava huomioon myös piennarkaltevuuksia määritettäessä.

6.82 Avouomat

Pehmeikköosuudella olisi syytä käydä läpi kaikki sivu- ja laskuojat sekä ruopattava ne niin hyvin kuin mahdollista, jotta suunniteltu kuivatus saataisiin toimimaan edes jotenkin.

6.83 Rummut

Pahimmin liettyneet rummut voitaisiin avata, mutta ilmeisesti jo avouomien avaaminen riittää. Rumpujen lietteestä otettiin näytteitä sen koostumuksen selville saamiseksi. Lietteestä otettujen näytteiden tulokset on esitetty liitteessä 5. Tuloksista voidaan havaita, että lietteessä on runsaasti hiekkaa. Osa hiekasta on kulkeutunut sinne ilmeisesti jo rakennusaikana ja osa myöhemmin. Osa tästä myöhemmin rumpuihin joutuneesta hiekasta on varmaankin tien pinnalta kulkeutunutta hiekoitushiekkaa. Tuloksista käy ilmi, että liete sisälsi myös jossain määrin bitumia tai vastaavaa ainesta. Tämä voi olla osasyynä siihen, että rummuissa oleva liete on erittäin tiivistä ja vaikeasti sieltä poistettavissa. Lietteestä selvitettiin myös suola- ja rautapitoisuus. Kumpaakaan ei havaittu suuremmassa määrin, joten suolan syövyttävää vaikutusta betoniputkirummuissa on turha pelätä. Keskimääräinen rautapitoisuus ei ollut aaltolevyrummuissa olennaisesti suurempi kuin betonirummuissa. Tämän perusteella ei ainakaan voida päätellä, että aaltolevyrummut olisivat ruostuneet. Aaltolevy- tai betonirummuissa ei havaittu yleensäkkään syöpymisen merkkejä.

6.84 Keskikaistan viemäröinti

Kaivot ja kaivojen kannet on syytä käydä vuosittain läpi, sillä kaivoista on tarkistettava lietemäärä ja samalla tulee tarkistettua, että kaivon kannet ovat puhtaita.

Ei kuitenkaan riitä, että käydään läpi vain ne kaivot, jotka ovat näkyvissä, sillä juuri ne kaivot kaipaavat kunnossapitoa (katso kuva 5.20), joita ei edes löydy. Laskujohtojen tarkastaminen vuosittain olisi tarpeellista ja myös näiden kohdalla pätee sama kuin kaivojen kansien kohdalla. Hautautuneet putken päät on kaivettava esiin ja mieluummin vielä varmistettava esim. verhouksella, että ne myös pysyvät auki.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Kuivatussuunnitelmat ja niiden toteuttaminen

Kantatiellä 50 sijainneesta tarkasteluvälistä oli perusteelliset ja selkeästä esitetyt suunnitelmat kuivatuksesta. Pituusleikkauksesta ilmenivät pituuskaltevuudet, rumpujen koot ja paikat. Sivuojista oli laadittu erilliset pituusleikkaukset, myös niissä oli esitetty rummut. Poikkileikkaukset oli laadittu 20 m:n välein ja niistä selvisivät ajoradan ja pientareen kaltevuudet sekä lisäksi sivuojen korkeudet. Melkein jokaisesta rummusta ja laskuojasta oli laadittu omat piirustukset. Suunnitelmat oli tehty noudattaen tarkasti TVL:n normeja ja maanviljelysinsinööripiirin lausuntoja. Suunnitelmien ulkoasu oli turhankin yksityiskohtainen ja taidokas, sillä yksinkertaisemminkin suunnitelmilla olisi kuivatus voitu toteuttaa yhtä hyvin. Esim. tavallisesta betoniputkirummusta, jonka perustamisessa ei ole mitään erikoista, on aivan turhaa laatia erillistä monta kuvaa käsittävää rumpupiirustusta, ainakin niin yksityiskohtaisesti kuin tässä tapauksessa oli tehty. Rumpuluettelolla voidaan esittää kaikki tavalliset ratkaisut ja vain erikoistapauksissa tarvitaan erillinen rumpupiirustus.

Tie oli rakennettu tarkasti suunnitelmien mukaan, vaikka rakennusaikana oli ennustettavissa jo haittoja, kuten esim. rumpujen liettyminen. Samoin rakentamisen aikana epäiltiin, että silloisissa syvissä siirtymäkiilloissa käytetty salaoja oli suunniteltu turhan syvälle ja siitä ei olisi sitä hyötyä, mitä sillä oli odotettu olevan.

Jorvaksen moottoritien kuivatussuunnitelmia on vaikea analysoida, koska niistä ei löydetty kuin pieni osa. Yhtään erillistä rumpupiirustusta ei löydetty. Keskikaistan viemäröinnistä ei ollut käytettävissä kuin yksi vajaan puolen kilometrin matkalta tehty suunnitelma. Laskuojista ei ollut pituusleikkauksia. Poikkileikkauksia löytyi vain osalta matkaa ja niissä esitetyt kuivatuslaitteet eivät pitäneet yhtä toteutuksen kanssa. Samoin kartan ja pituusleikkauksen tiedot poikkesivat suuresti toteutuksesta. Silloisen vastaavan mestarin kanssa käydyissä keskusteluissa tuli myöhemmin ilmi, että rakentajalla ei ollut käytössä kuin alustavat suunnitelmat.

Niitä jouduttiin muuttamaan sitä mukaa, kun esille tuli ongelmia. Ratkaisut jouduttiin improvisoimaan rakennuspaikalla ja monesti siellä jouduttiin tekemään korjauksia ja muutoksia ilman suurempaa ennakosuunnittelua. Näin ollen alustavat suunnitelmat ja nykyinen todellisuus poikkeavat suuresti toisistaan.

Tarkasteluvälien suunnitelmat osoittavat, että samoina aikoina tehdyt suunnitelmat ja suunnittelukäytäntö poikkesivat paljon toisistaan. Näin on ollut sen jälkeenkin ja vielä nykyisinkin suunnitelmien sisällössä ja esitystavassa on havaittavissa puutteita ja ristiriitaisuuksia. Yhtenäiseen käytäntöön pääseminen kuivatussuunnitelmia laadittaessa olisi toivottavaa.

7.2 Kuivatuksen perusteet ja järjestely

Kuivatuksen suunnittelun perusteena ovat TVL:n kuivatusohjeet. Ne ovat olleet käytössä jo yli kymmenen vuotta. Osa niissä olevista tiedoista on jo vanhentunut ja osa tiedoista kaipaa muuttuneiden käsitysten ja uusien selvitysten perusteella tarkistusta. Seuraavassa on muutamia tässä selvityksessä ilmi tulleita havaintoja ja ajatuksia, joihin olisi syytä kiinnittää huomiota ohjeita uusittaessa ja tarkistettaessa:

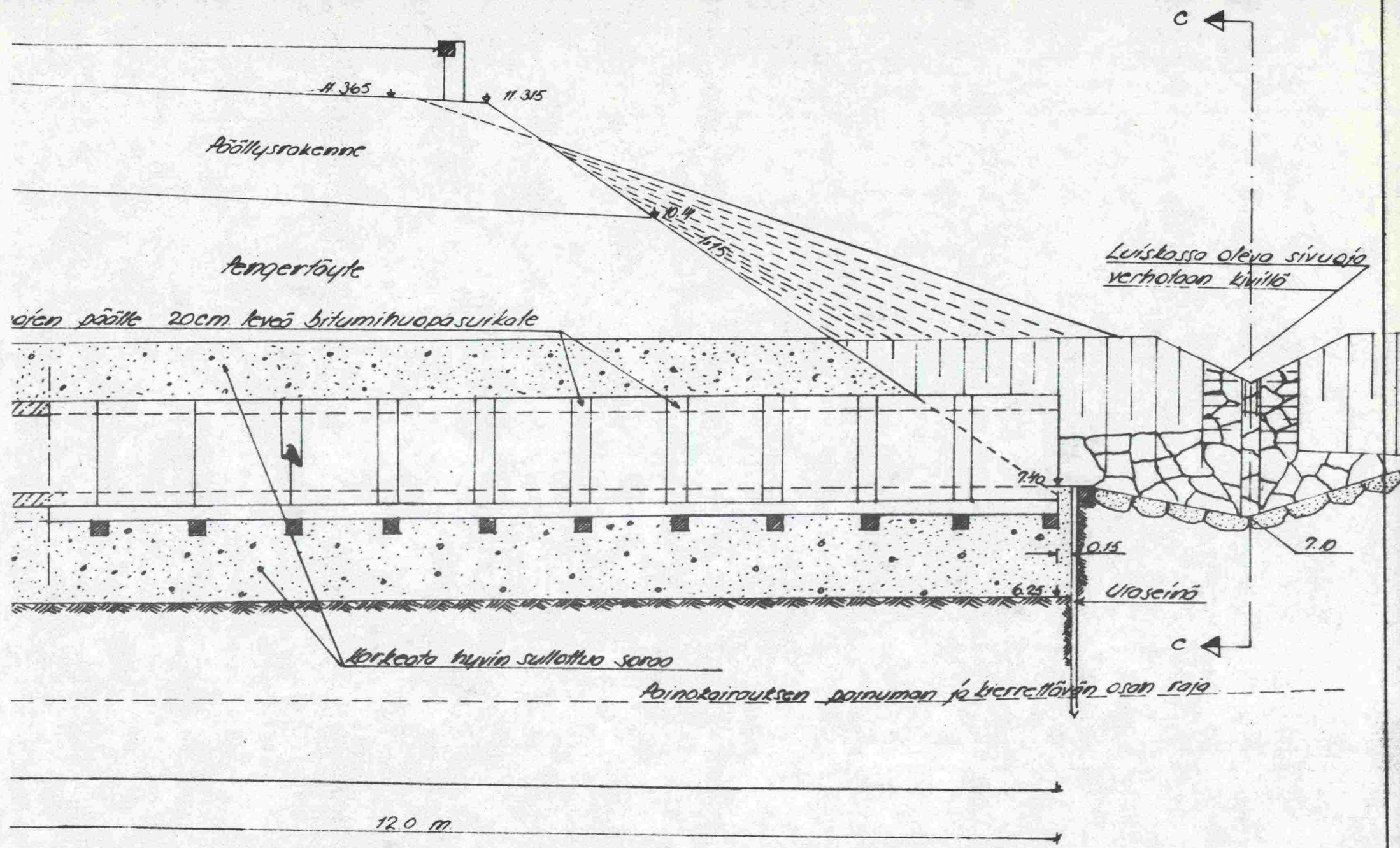
1. Tierumpujen koon määrittäminen tapahtuu nykyisten ohjeiden mukaan vesimäärien, muutaman padoitusluokan ja annettujen minimikokojen perusteella. Rumpukoon valintaan voitaisiin vastaisuudessa liittää tarkastelut kustannuksista ja rummun kunnan kehittymisestä rakentamisen jälkeisinä vuosina, ja pyrkiä taloudellisesti optimiratkaisuun ottamalla huomioon rummun kapasiteetin (liettyminen) muutos ja sen vaikutukset tarvittavaan rumpukokoon.
2. Moottoriteiden kuivatusjärjestelyt tulevat nykyisen käytännön mukaan suhteellisen kalliiksi varsinkin käytettäessä keskikaistan viemärointiä. Suunnittelulta, rakentamiselta ja kunnossapidolta vaaditaan huolellisuutta, jotta kalliisti rakennettu järjestelmä vastaa siihen uh rattua panosta. Tämä edellyttää ensinnäkin että suunniteltu järjestelmä on tarpeellinen ja toiseksi, että se toimii.

Tarkasteluajanjaksona voitiin todeta, että pehmeiköllä, jossa kuivatusolosuhteet ovat yleensä vaikeita ja tierakenne on "labiilissa" ti-lassa, on nykyinen kuivatusjärjestelmä erittäin altis vahingoittumaan.

Rummut ja laskujohtot liettyvät ja menevät umpeen. Yhtenä ratkaisuna tähän on rumpujen ja laskujohtojen nostaminen ylemmäksi ja kaltevuuksien lisääminen. Rumpujen nostaminen edellyttää neuvotteluja paikallisen vesipiirin kanssa, ja laskujohtojen nostaminen lähemmäksi rakennekerroksia tai jopa rakennekerrokseen edellyttää erikoistoimenpiteitä (stabilointia, siirtymäkiiloja ja lämpöeristeitä). Edellä mainituista järjestelyistä vältetään, jos pengermateriaali korvataan pehmeikköosuuksilla louheella. Tällöin ei tarvita rumpuja ja keskikaistaa, vaan kuivatus voidaan hoitaa johtamalla vesi imeytyskaivojen kautta pengerrakenteeseen. Louhepengeri on usein muutenkin edullisempi rakenne pehmeiköllä louheen holvaavan vaikutuksen ja pienemmän irtoitiheyden vuoksi.

3. Sivuoja ja kallioleikkauksia suunniteltaessa on vesimäärien, lumitilan ja turvallisuusvaatimusten lisäksi otettava huomioon massatalous.
4. Kunnossapidon tehostamiseksi olisi syytä laatia erillinen suunnitelma, josta selviäisi kuivatuslaitteiden asema ja suunniteltu tilanne. Suunnitelman olisi oltava riittävän yksityiskohtainen ja sellainen, että se palvelisi mahdollisimman hyvin juuri kunnossapitäjän tarpeita. Lisäksi muista suunnitelman osista voitaisiin karsia joitakin sellaisia tietoja, jotka olisi esitetty tässä suunnitelmassa.

Lopuksi voidaan todeta, ettei mikään tekninen seikka estä parantamista ja korjaamista jo rakennettua kuivatusjärjestelmää.



Vasemman puoleisen sivuojan pituusleikkaus

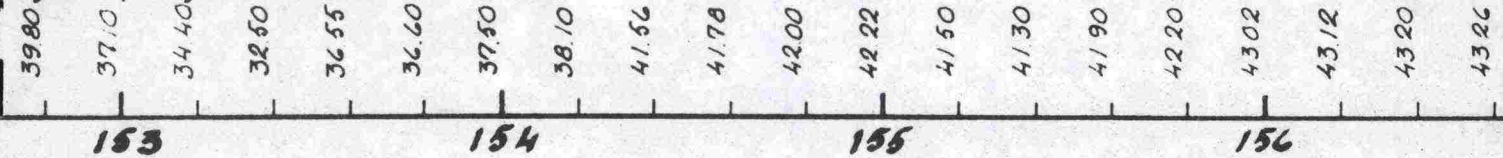
1:2000/1:200

LIITE 2

BETONIPUTKIRUMPU $\phi 80\text{cm}$
(reitatieputki.)

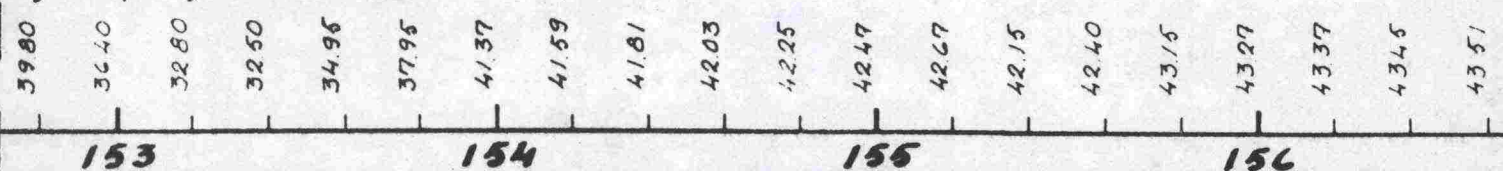
BETONIPUTKIRUMPU $\phi 60\text{cm}$

Ojan pohjan korkeus



Oikean puoleisen sivuojan
pituusleikkaus 1:2000/1:200

Ojan pohjan korkeus



KaksoiskappaleSiltalausunnot n:o 2570-2587

Tie- ja vesirakennuslaitoksen Uudenmaan piirin piiri-insinöörin kirjelmän n:o 336 T-29/611/21.1.1965 johdosta ja Helsingin maanviljelysinsinööripiirin piiri-insinöörin määräyksestä annan Helsingin ohikulkutien silta- ja rumpupaikoista välillä Jorvas-Bemböle, Espoon kauppalassa ja Kirkkonummen kunnassa, seuraavat

Katso vesioikeuden päätös n:o 514/Kc-1965

L A U S U N N O T :

N:o 2570 Siltapaikka 1 Sundbergin paikallistien pl:lla $6^2 + 20$

Siltapaikan yläpuolinen valuma-alue on suuruudeltaan $9,1 \text{ km}^2$. Järvisyysprosentti on n. 2,0. Ylivaluman suuruudeksi olen arvioinut 350 l/s.km^2 . Ylivirtaaman suuruudeksi saadaan tällöin $HQ = 3,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Silta-aukon kokoa määrittäessä on myös otettava huomioon meriveden korkeusvaihteluiden aiheuttama virtaama. Meriveden korkeuden vaihteluissa syntyvän virtaaman suuruudeksi voidaan arvioida n. $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Tällöin saadaan mitoitusvirtaaman suuruudeksi n. $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Uoman siirto voidaan suositella suoritettavaksi mitoituksella:

$$I = 0,0000$$

$$sk = 1:2$$

$$pl = 6,0$$

jolloin tasausviiva tulisi olle korkeudella $k = -0,90$. Jos merenpinta on HW-arvossaan ja yhtäaikaisesti on virtaaman suuruus $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ syntyy 8 m levyisessä suorakaiteen muotoisessa aukossa patouma:

N:o 2577. Siltapaikka 8 pl:lla 107 + 23

Vähäisestä valuma-alueesta johtuen voidaan rumpu rakentaa putkikokoa $\phi = 800$ mm käyttäen. Rumpu on perustettava korkeuteen $k = 4,70$ yläpäästään ja asetettava kaltevuuteen $I = 0,0020$.

N:o 2578. Siltapaikka 9 pl:lla 110 + 52

Valuma-alue on suuruudeltaan $0,40 \text{ km}^2$. Ylivaluman suuruudella $H_q = 500 \text{ l/s.km}^2$ saadaan ylivirtaamaksi $HQ = 0,20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Koska ylivirtaama on näin vähäinen ja uoman kaltevuus suurehko, voidaan rumpukokoa $\phi = 800$ mm pitää riittävänä, mikäli uomaa perataan n. 40 m:n matkalla rummusta alaspäin käyttäen mitoitus-

$$I = 0,0090$$

$$lk = 1:1,5$$

$$pl = 0,30 \text{ m}$$

Rumpu on rakennettava siten, että aukon pohja tulee yläpäästään korkeuteen $k = 3,60$ ja pituuskaltevuudeksi $I = 0,0090$. Perkaus voidaan suorittaa siten, että rumpu on n. $0,20 \text{ m}$ upotettuna.

N:o 2579. Siltapaikka 10 pl:lla 118 + 90

Siltapaikan yläpuolinen valuma-alue on suuruudeltaan $3,9 \text{ km}^2$. Ylivaluman suuruudella 325 l/s.km^2 saadaan ylivirtaamaksi $HQ = 1,3 \text{ m}^3/\text{s}$

Uoman mitoitus siltapaikalla vastaa likimäärin arvoja:

$$I = 0,0040$$

$$lk = 1:1$$

$$pl = 1,0 \text{ m}$$

jolloin HQ :ta vastaavat arvot ovat:

$$H_t = 0,70 \text{ m}$$

$$F = 1,19 \text{ m}^2$$

$$v = 1,08 \text{ m/s}$$

$$B = 2,40 \text{ m}$$

Putkirumpu $\phi = 1400 \text{ mm}$ aiheuttaa patouman:

$$h = \frac{1}{2 \cdot 9,82} \left(\frac{1,3}{0,80 \cdot 0,92} \right)^2 - \left(\frac{1,3}{1,19 + 2,40 \cdot 0,12} \right)^2 \quad \underline{\underline{0,12 \text{ m}}},$$

joka voidaan ko. olosuhteissa sallia. Rumpu tulee perustaa yläpäästään korkeuteen $k = 0,65$ ja asettaa kaltevuuteen $I = 0,0040$.

N:o 2580. Siltapaikka 11, Mankinjoki pl:lla 129 + 50

Siltapaikan yläpuolinen vesistöalue on kooltaan 165 km^2 . Järvien osuus valuma-alueesta on likimäärin 7 %. Ylivaluman suuruudeksi on arvioitu $H_q = 85 \text{ l/s.km}^2$. Ylivirtaama on $H_Q = 14 \text{ m}^3/\text{s}$. Ylivedenkorkeus siltapaikalla on n. $H_W = 1,30$. Uoman vesipoikkileikkaus yliveden aikana siltapaikalla on $F \sim 13,5 \text{ m}^2$. Vedenpinnan leveys on $B = 11 \text{ m}$.

Silta-aukossa voidaan sallia patouma $h = 0,01 \text{ m}$. Tällöin saadaan veden virtausnopeudeksi suorakaiteenmuotoisessa aukossa:

$$\begin{aligned} v_1 &= \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 0,01 + \left(\frac{14,0}{13,5 + 11 \cdot 0,01} \right)^2} \\ &= \sqrt{0,20 + 1,06} \sim \underline{\underline{1,12 \text{ m/s}}} \end{aligned}$$

ja aukon leveydeksi:

$$b = \frac{14,0}{0,8 \times 1,8 \cdot 1,12} = 8,7 \text{ m} \approx 9,0 \text{ m}.$$

Aukon leveyden tulee siis olla kohtisuoraan veden virtaamissuuntaa vastaan mitattuna 9 m. Perustaminen on suoritettava siten, että uoman perkausmahdollisuus säilyy korkeuteen $k = -1,50$ saakka. Aukon yläreuna ei saisi tulla tason $k = 2,50$ alapuolelle.

Perkaussuunnitelmaa Mankinjoen ko. paikalle piirissä ei ole laadittu.

N:o 2581. Siltapaikka 12 pl:lla 135 + 63

Valuma-alue on suuruudeltaan $0,35 \text{ km}^2$. Ylivaluman $H_q = 500 \text{ l/s.km}^2$ mukaan saadaan ylivirtaamaksi $H_q < 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Rumpu voidaan rakentaa putkikokoa $\phi = 800 \text{ mm}$ käyttäen. Uoman pituuskaltevuus on niin suuri, että pienikin poikkeama tielinjan suunnassa vaikuttaa tuntuvasti rummun perustamissyvyyteen. Tästä syystä työaikana olisi tarkistettava, että aukon pohja rummun yläpäässä tulee n. $1,4 \text{ m}$ alemmaksi kuin alimmat maanpinnan korkeudet rummun yläpuolella. Pituuskaltevuuden tulee noudattaa vesiväylän pituuskaltevuutta.

N:o 2582. Siltapaikka 13 pl:lla 140 + 25

Yläpuolisen valuma-alueen suuruus on ainoastaan $0,3 \text{ km}^2$, joten ylivirtaama on vähäinen.

Rumpu voidaan rakentaa putkista $\phi = 800 \text{ mm}$. Rummun perustamissyvyyteen ja pituuskaltevuuteen nähden tulee noudattaa samanlaista menetelyä kuin Pl:lla 135 + 63 olevan siltapaikka 12:n lausunnon lopussa on mainittu.

N:o 2583. Siltapaikka 14 pl:lla 144 + 25

Rumpupaikan valuma-alue on $0,85 \text{ km}^2$. Ylivaluman $H_q = 350 \text{ l/s.km}^2$ mukaan saadaan ylivirtaaman suuruudeksi $H_q = 0,30 \text{ m}^3/\text{s}$. Huomioon ottaen uoman suuren pituuskaltevuuden voidaan putkirumpua $\phi = 800 \text{ mm}$ pitää riittävänä. Viittaan edellisen kohdan lopussa olevaan mainintaan.

N:o 2584. Siltapaikka 15 pl:lla 146 + 00

Valuma-alue on kooltaan $0,70 \text{ km}^2$. Ylivaluman suuruus on $H_q = 350 \text{ l/s.km}^2$ ja ylivirtaama $H_q = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$.

Putkirumpu $\phi = 800$ mm on riittävänkokoinen. Viittaaan siltapaikka 13:n lausunnon lopussa olevaan mainintaan.

N:o 2585. Siltapaikka 16 pl:lla 146 + 80

Yläpuolinen valuma-alue on $0,65 \text{ km}^2$. Ylivaluman suuruudella $H_q = 350 \text{ l/s.km}^2$ ylivirtaama on $HQ \approx 0,25 \text{ m}^3$.

Putkirumpu $\phi = 800$ mm tulee perustaa siten, että aukon pohja on rummun yläpään kohdalla korkeudessa $k = 28,40$, mutta korkeus olisi tarkistettava työnaikana, mikäli tielinjaa tai uoman paikkaa muutetaan. Rumpu on asetettava kaltevuuteen $I = 0,0020$.

N:o 2586. Siltapaikka 17 pl:lla 149 + 25

Valuma-alue on suuruudeltaan $0,35 \text{ km}^2$. Putkirumpu $\phi = 800$ mm on rakennettava siten, että aukon pohja tulee korkeuteen $k = 34,50$ rummun yläpäässä ja pituuskaltevuudeksi $I = 0,0010$. Alapuolista uomaa tulisi perata n. 60 m:n matkalla.

N:o 2587. Siltapaikka 18 pl:lla 171 + 58

Rumpupaikan yläpuolinen valuma-alue on suuruudeltaan $0,90 \text{ km}^2$. Ylivalumalla $H_q = 450 \text{ l/s.km}^2$ saadaan ylivirtaamaksi $HQ = 0,40 \text{ m}^3/\text{s}$.

Uoman mitoitus nykyisessä tilassaan on likimäärin:

$$I = 0,017$$

$$lk = 1:1,5$$

$$pl = 0,60 \text{ m}$$

HQ:ta vastaavat arvot ovat:

$$H_t = 0,31 \text{ m}$$

$$F = 0,33 \text{ m}^2$$

$$B = 1,53 \text{ m}$$

Putkirumpu $\phi = 1000$ mm aiheuttaa patouman:


$$h = \frac{1}{2 \cdot 9,82} \left[\left(\frac{0,40}{0,75 \cdot 0,31} \right)^2 - \left(\frac{0,40}{0,33 + 1,53 \cdot 0,12} \right)^2 \right] \sim \underline{\underline{0,12 \text{ m}}}$$

joka voidaan ko. olosuhteissa sallia.

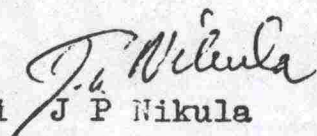
Rumpu tulee perustaa siten, että aukon pohja tulee korkeuteen

$k = 10.80$ rummun yläpään kohdalla. Sopiva pituuskaltevuus on $0,017$.

Helsingissä, toukokuun 12 pnä 1965.


Pauli Vartia

Tarkastanut:

Sijaispiiri-insinööri 
J P Nikula

Siltalausunnöt n:ot 2634 - 2640

Tie- ja vesirakennuslaitoksen Uudenmaan piirin piiri-insinöörin kirjeen n:o 3156/T-103/5600/13.7.-64 johdosta annan Helsingin - Jorvaksen maantien rakentamiseksi 4-kaistaiseksi moottoritieksi välillä Stensvik - Finno, laadittuun suunnitelmaan liittyvistä rumpupaikoista seuraavat:

L A U S U N N O T :

N:ot 2634 - 2636, laskuoja tien pl:lla 4 + 55

Vesiväylän valuma-alue on n. $0,8 \text{ km}^2$. Ylivalumaksi olen arvioinut 500 l/s.km^2 . Ylivirtaama on tällöin $HQ = 0,40 \text{ m}^3/\text{s}$. Uoman siirto välillä -2 + 20 - -0 + 60 voidaan suorittaa esimerkiksi seuraavalla mitoituksella:

Pituuskaltevuus	$I = 0,0084$
luiskakaltevuus	$lk = 1:1,5$
pohjan leveys	$pl = 0,40 \text{ m}$

Tasausviivan korkeuden tulisi olla pl:lla -2 + 20 $k = 8.10$.

Välillä -0 + 60 — +2 + 30 voidaan uoman siirto suorittaa mitoituksella:

pituuskaltevuus	$I = 0,0180$
luiskakaltevuus	$lk = 1:1,5$
pohjan leveys	$pl = 0,40 \text{ m}$
vesisyvyys	$Ht = 0,35 \text{ m}$
vesipoikkileikkaus	$F = 0,32 \text{ m}^2$
vedepinnan leveys	$B = 1,55 \text{ m}$

$$h = \frac{1}{2 \cdot 9,82} [1,06 - 0,26] = 0,042 \sim \underline{0,04 \text{ m}}, \text{ joka voidaan sallia.}$$

Uoman siirrossa voidaan ottaa huomioon, että rummussa aukon pohja tulee olla 20 cm alempana kuin uoman tasausviiva.

N:o 2638. Laskuoja tien pl:lla 19 + 83

Valuma-alue on kooltaan $0,85 \text{ km}^2$. Ylivalumaksi olen arvioinut n. 500 l/s.km^2 . Ylivirtaamaksi saadaan n. $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Uoman suuren pituuskaltevuuden ja verrattain vähäisen virtaaman takia voidaan käyttää betoniputkirumpua $d = 800 \text{ mm}$. Perustaminen on suoritettava siten, että vesiaukon pohja tulee korkeuteen 17.45 tien keskilinjan kohdalla. Putken sopivana pituuskaltevuutena on $I = 0,0340$.

N:o 2639. Laskuoja tien pl:lla 38 + 80

Valuma-alue on $0,25 \text{ km}^2$. Ylivaluma on $H_q = 500 \text{ l/s.km}^2$. Ylivirtaamaksi saadaan $H_q = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$.

Uoman siirto ja perkaus voidaan suorittaa seuraavalla mitoituksella:

pituuskaltevuus $I = 0,0045$

luiskakaltevuus $lk = 1:1,5$

pohjan leveys $pl = 0,30 \text{ m}$

Virtaaman vähäisyyden takia voidaan rumpu rakentaa kaksoisputkirumpuna $d = 800 \text{ mm}$. Perustaminen on suoritettava siten, että aukon pohja tulee tien keskilinjan kohdalla korkeuteen 2,10. Putket on asetettava pituuskaltevuuteen $I = 0,0045$.

N:o 2640. Laskuoja tien pl:lla 42 + 30

Valuma-alue on $1,7 \text{ km}^2$. Ylivaluman suuruus on n. 470 l/s.km^2 . Ylivirtaamaksi saadaan n. $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Perkaus ja uoman siirto voidaan suorittaa seuraavalla mitoituksella:

pituuskaltevuus	$I = 0,0014$
luiskakaltevuus	$lk = 1:1,5$
pohjan leveys	$pl = 0,40 \text{ m}$
vesisyvyys	$Ht = 0,80 \text{ m}$
vesipoikkileikkaus	$F = 1,28 \text{ m}^2$
vedenpinnan leveys	$B = 2,80 \text{ m}$

Rumpu voidaan rakentaa betoniputkirumpuna $d = 1400 \text{ mm}$. Rumpu on perustettava siten, että vesiaukon pohja tulee korkeuteen $0,80 \text{ tien}$ keskilinjan kohdalla. Rumpu on asetettava uoman kaltevuuteen $I = 0,0014$. Rummusta aiheutuu patouma:

$$h = \frac{1}{2 \cdot 9,82} \left[\left(\frac{0,8}{0,80 + 1,04} \right)^2 - \left(\frac{0,8}{1,28 + 2,80 \times 0,05} \right)^2 \right]$$

$$\frac{1}{2 \cdot 9,82} [0,93 - 0,35] = 0,03 \text{ m, joka voidaan ao. olosuhteis-}$$

sa sallia.

Uoman siirto tulisi tehdä edellämainittua mitoitusta käyttäen, sekä ottamalla huomioon, että rummussa aukon pohja on esitetty pantavaksi 30 cm uoman tasausviivaa syvemmälle.

Kaikki lausunnoissa esiintyvät korkeudet on ilmoitettu N_{43} -tasossa, jossa myöskin ^{tie-}tutkimus on suoritettu.

Mikäli rummut rakennetaan esitetyillä tavoilla eivät ne ole esteenä yläpuolisten maiden tarkoituksenmukaiselle kuivatukselle.

Helsingin maanviljelysinsinööripiirissä 3.8.1965.

Sijaispiiri-insinööri *J. P. Nikula*
J. P. Nikula

Siltalausunto n:o 2015

Tie- ja vesirakennushallinnon Uudenmaan piirin piiri-insinöörin kirjelmälläan 21.3.1961 n:o 1759 pyytämä lausunto Helsingin-Jorvaksen moottoritien tiesuunnitelman Pl. 56 + 15 rakennettavan Finnånpuron sillan aukosta ja perustamissyvyydestå.

O T E.

TN:o 3818 Mvs.He 1

Laadittuani toimitusinsinööriksi määråttynå Espoon kunnan Finnån, Frisansin, Bolarskogin, Kockbyn, Kauklahden ja Fannsyn kylissä sijaitsevan TN:o 3818 Mvs.He 1 Finnånpuron ym. oien perkaussuunnitelman annan toimituksesta seuraavan

L A U S U N N O N

Helsinki-Jorvas maantiesilta PN:o 17⁶⁰/1.

Vesiauukkolaskelma:

$$v_1 = \sqrt{19.64 \times 0.05 + \left(\frac{4.6}{7.680 + 8.80 \times 0.05} \right)^2} = 1.14 \text{ m/s}$$

$$b = \frac{4.6}{0.8 \times 1.14 \times 1.20} = 4.22 \text{ m} \sim 4.20 \text{ m}$$

Sillan vesiauukon leveyden on siis oltava vähintåin 4.20 m. Silta on perustettava niin, ettå perkaus sillan kohdalla on mahdollinen

korkeuteen NN-0.30 m.

Espoossa, 16.6.1959.

Toimitusinsinööri Esko Tamminen

Tarkastanut Toivo Liukko

Otteen oikeaksi todistaa Helsingin maanviljelysinsinööripiirin
konttorissa 13.10.1961.

Viran puolesta:

Nuorempi insinööri U A Suhonen

Silta voidaan vaihtoehtoisesti rakentaa aaltolevyputkirummuksi,
jolloin rummun vesipoikkileikkauksen tulee olla vähintään

$$b \cdot t = 4.22 \cdot 1.20 = 5.06 \text{ m}^2$$

Rakentamalla rumpu kaksiaukkoiseksi matalarakenteisesta ruotsalaisesta aaltolevyputkesta, jonka vähimmäismitat ovat:

B = 2290 mm leveys

H = 1660 " korkeus

ja perustamalla rumpu siten, että perkaus on mahdollinen ao. kohdalla tasoon NN-0.30 m, saavutetaan riittävä vesipoikkileikkaus.

Helsinki, 13.10.1961.

H. Laikari

H Laikari

Ylim.insinööri

Tarkastanut:

S. Paasilampi
Piiri-insinööri S Paasilampi

Viatekista lähetetyt maanäytteet (teekkari Ottman)

200 gr kosteaa näytettä lietetttiin veden kanssa, suodatettiin ja laimennettiin suodos 500 ml:ksi.
Vesiliuoksesta tehtiin seuraavat määritykset:

<u>Näyte</u>	pH	johtokyky uS	KMnO ₄ mg/200 gr	Rauta Femg/200 gr	Cl mg/200 gr
Kehä III, 118+70, alajuoksu	6,6	180	68	8,3	17
- " - , 140+26, - " -	6,5	80	38	4,4	4,8
- " - , 142+95 - " -	6,5	106	58	8,5	7,5
Jorvaksent. 24+80 - " -	6,5	64	33	8,3	3,7
- " - 24+80 yläjuoksu	6,0	44	16	1,5	3,2
- " - 30+00 alajuoksu	6,4	148	54	5,5	14

Metyleenkloridiin liukeneva (bitumia y.m.)

<u>Näyte</u>	<u>Metyleenkloridiin liukeneva % kuivasta näytteestä</u>
Kehä III, 118+70, alajuoksu	0,02
- " - , 140+26, - " -	0,14
- " - , 142+95, - " -	0,03
Jorvaksent. 24+80, - " -	0,05
- " - , 24+80, yläjuoksu	0,09
- " - , 30+00, alajuoksu	0,02

14.2.77

Kemisti

Eva Solin

234/1-3

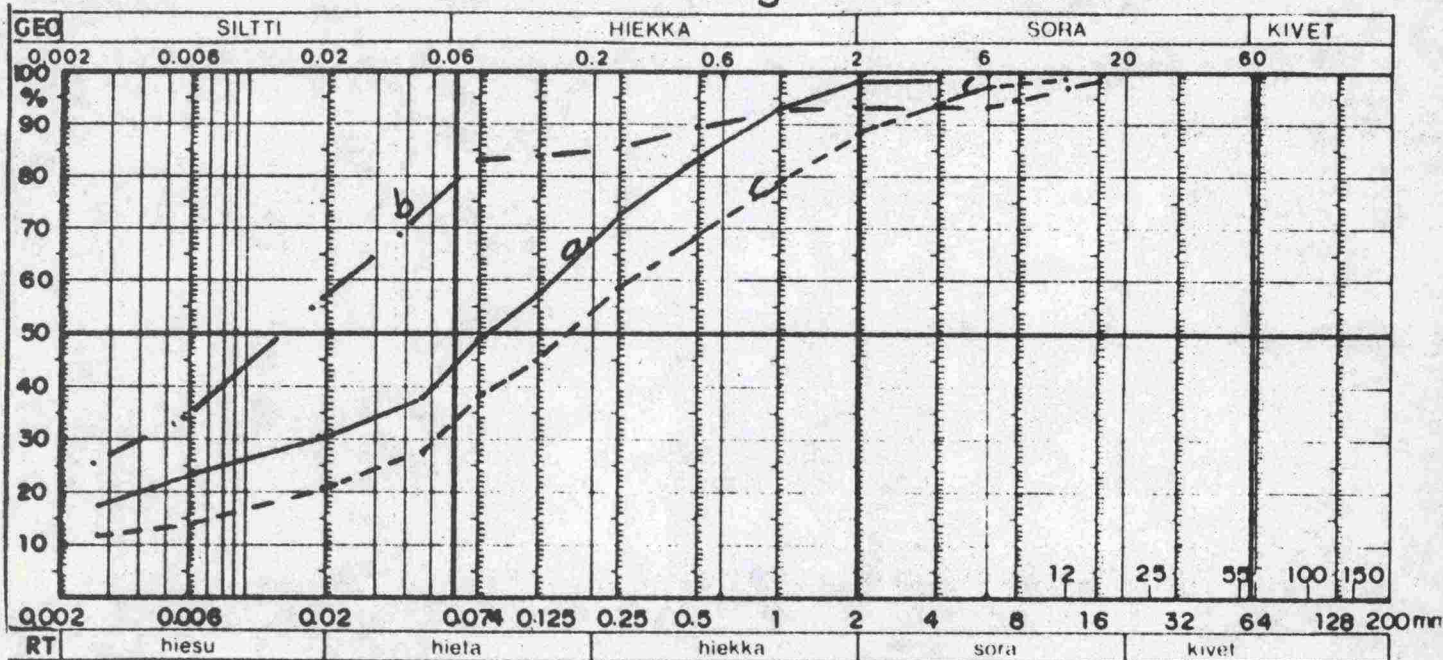
AN
ilmi. tömaa/tutkimus TVH

KUIVATUSANALYYSI

Työkohte KEHA III

Kunta

Näytteen tunnus	a	b	c	d
- numero	1	2	3	
- paalu/km	118 + 70	140 + 26	142 + 95	
- syvyys	ALAJUOKSU	ALAJUOKSU	ALAJUOKSU	
- korkeustaso				
- ottoaika	17.12 - 76			
Kiviä, > 300 mm	%			
» 200-300 mm	%			
» 64-200 mm	%			
Soraa, 20- 64 mm	%			
Tilavuuspaino: kuiva, märkä				
Ominaispaino				
Muotoarvo				
Murtopintaluku				
Vesipitoisuus	% 62.3	109.5	17.2	
Humus: poltto, NaOH	2.65	7.40	3.48	
Lietepitoisuus (-0,074 mm)	%			
Routivuus: routimaton, routiva				
Kantavuusluokka				
Maalajin nimi	bu Ht	bu Li	bu Ht Mn	

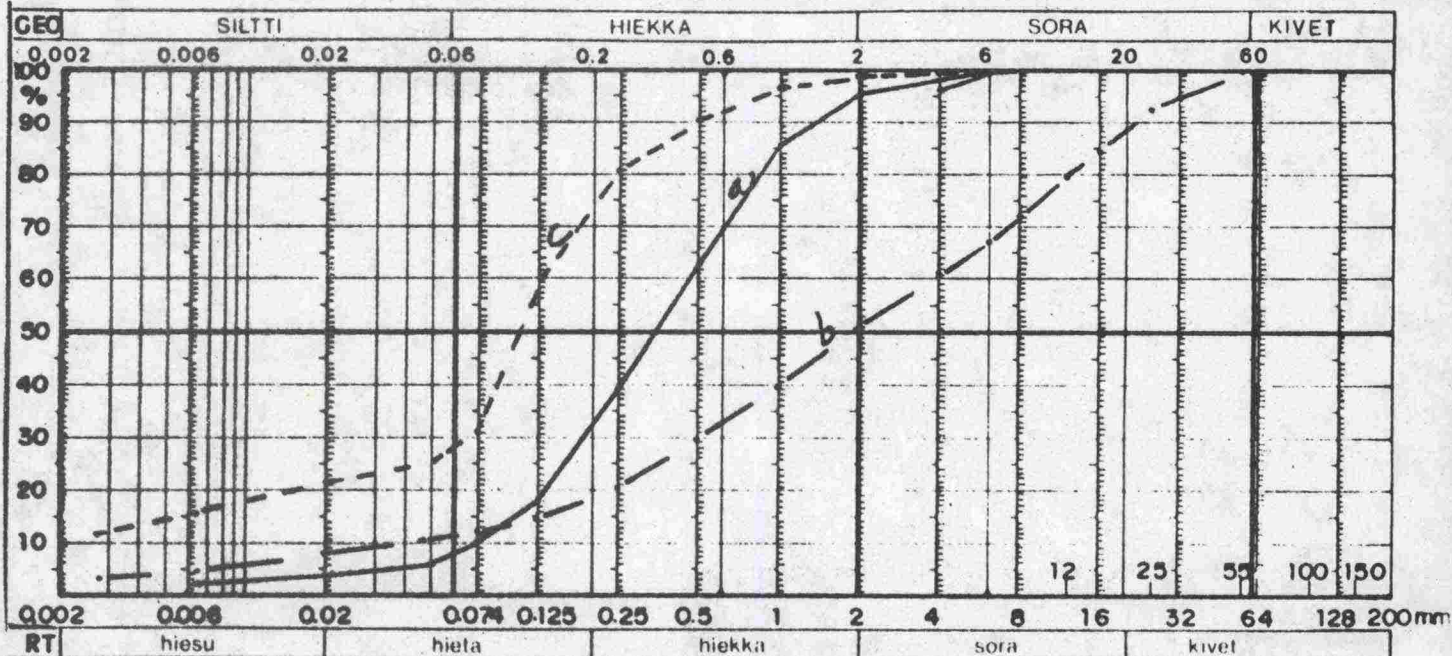
[illegible]

Mäkkylä

3, 1 19 77

Tutki A. Kita

VIATEK OY/OTKMAN		TVH KUIVATUSANALYYSI	
Tvl:n _____ piiri: työmaa/tutkimus		Kunta	
Työkohde JORVAKSEN TIE			
Näytteen tunnus	a	b	c
- numero	4	5	6
- paalu/km	24 + 80	24 + 80	30 + 00
- syvyys	ALAJUOKSU	YLAJUOKSU	ALAJUOKSU
- korkeustaso			
- ottoaika	17.12 - 76		
Kiviä, > 300 mm %			
» 200-300 mm %			
» 64-200 mm %			
Soraa, 20- 64 mm %			
Tilavuuspaino: kuiva, märkä			
Ominaispaino			
Muotoarvo			
Murtopintaluku			
Vesipitoisuus %	11.9	47.0	52.4
Humus: poltto, NaOH	1.53	2.13	4.26
Lietepitoisuus (-0.074 mm) %			
Routivuus: routimaton, routiva			
Kantavuusluokka			
Maalajin nimi	Hk Mn	hw sr Hk Mn	hw Hk

[illegible]

Makkyli 3,1 1977

Tulki *A. Vito*

KIRJALLISUUSLUETTELO

- /1/ Tilastoja tienrakennustoiminnasta, 1975, TVH 712894
- /2/ Lehtipuu, E: Teiden kuivatus, HTKK Tietekniikka, Otaniemi 1976
- /3/ TVH, Kuivatuksen suunnittelu, normiehdotus 20.12.1968
- /4/ Lehtipuu, E: Tutkimuksia teiden kuivatuksesta, HTKK, Tie- ja liikennetekniikan laitos, Tietekniikan julkaisu n:o 21, Helsinki, 1973
- /5/ Ala-Fossi, J, Rasilainen, M-P: Tie- ja vesirakennuslaitoksen kustannuksista, Rakennustaito 1977/8
- /6/ TVL, Teiden suunnittelu, TVH 722300
- /7/ TVH:n suunnitteluosasto, tiensuunnittelutoimisto, Tyyppipiirustukset, 17.02.1977
- /8/ Byggnadstekniska anvisningar, huvuddel III, Statens Vägverk (Ruotsi), 1976
- /9/ Vegnormaler, Kapitel IV, Statens Vegvesen (Norja), 1974
- /10/ Neuvostoliittolaiset rakennusteknilliset normit ja ohjeet, autoliikennettä palvelevat tiet, suunnittelunormit, Käännös TVH/Sts, 1976
- /11/ Merkblatt für die Entwässerung von Strassen Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen, Ausgabe 1971, Köln 1971
- /12/ Richtlinien für die Anlage von Landstrassen. Teil II: Linieführung. Forschungsgesellschaft für den Strassenwesen, April 1963
- /13/ Richlinien für die Anlage von Stadsstrassen. Teil: **Knotenpunkte** (RAST-K), Abschnitt 1: Plangleiche Knotenpunkte, Ausgabe 1973
- /14/ Highway Design Manual, State of California. Department of Highways, Drainage, August, 1964
- /15/ Pusa, R: Säätilan vaikutuksesta liikenneonnettomuuksien syntyyn, Diplomityö teknillisessä korkeakoulussa, marraskuu 1974
- /16/ TVH, tiensuunnittelutoimisto, Liikenneympäristö ja kuolemaan johtaneet liikenneonnettomuudet TVH 2.631, 23.4.1975

- /17/ Highway research board, Traffic - Safe and Hydraulically efficient drainage practice, 1969
- /18/ TVH, talousosasto, tutkimustoimisto, Yleinen liikennelaskenta, Helsinki 1976
- /19/ Nilsson, A ja Ohlsson, E: Vattenplaning försök, Stockholm 1970, Statens Vägintitute, Special-rapport 85.60 s
- /20/ Lehtipuu, E: Tieliittymien päällystämistä, Asfaltti n:o 17, 30.04.1975
- /21/ TVL, Teiden suunnittelu, luku 3.3, Tasoliittymien suunnittelu, 28.03.1974
- /22/ Lipsanen, E: Talvikeliön liukkaus, Tie- ja liikenne-laboratorio 19, VTT, Espoo, elokuu 1975
- /23/ Rinne, V: Vesirakentajan virtausoppi, Helsinki 1945
- /24/ VTT: Nastarenkaiden vaikutus liikenneturvallisuuteen, turvallisuustutkimus, Tie- ja liikennelaboratorio, Tutkimusselostus 44, Otaniemi, 1976
- /25/ Nastarengastoimikunnan mietintö, Helsinki 1973
- /26/ Ketola, R: Moottoritien kuivatus, Diplomityö teknillisessä korkeakoulussa, Helsinki 1962
- /27/ Luoto, K: Tien kuivatus, Diplomityö teknillisessä korkeakoulussa, Otaniemessä 1974
- /28/ Virtanen, M: Tien matalan ja syvän sivuojan taloudel-linen vertailu, Diplomityö Oulun yliopiston teknil-lisessä tiedekunnassa rakentamistekniikan osastolla Oulussa 1976
- /29/ TVH, Sts, Viatek Oy, Tiensuunnittelun menetelmä-tutkimus, TVH 2.365, Helsinki 19.02.1974
- /30/ VAV, Anvisningar för beräkning av allmänna avlopps-ledningar, VAV P28 apr. 1976
- /31/ SNIP II-32-74/SBK-130, Viemärointi, ulkopuoliset verkostot ja laitokset, käännös neuvostoliittolai-sista normeista, 1974
- /32/ Nurmi, S: Betoniputkien hydrauliset ominaisuudet, Betonituote 2/1977
- /33/ TVH, Tienrakennuksen yleinen työselitys, 1973
- /34/ Chow, V.T: Open-channel hydraulics, Mc Craw - Hill, New York, 1959

